



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

ALEKSI RINTA-KAUPPILA  
ASEPTISEN PAKKAUSLINJAN KÄYTTÖLIITTYMÄN TUTKIMINEN  
JA KEHITTÄMINEN  
Diplomityö

Tarkastajat: professorit Reijo Tuokko ja Kaisa Väänänen-Vainio-Mattila  
Tarkastajat ja aihe hyväksytty  
Automaatio- kone- ja materiaalitekniikan tiedekuntaneuvoston kokouksessa 13. elokuuta 2012

## TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Konetekniikan koulutusohjelma

**Aleksi Rinta-Kauppila:** Aseptisen pakkauslinjan käyttöliittymän tutkiminen ja kehittäminen

Diplomityö, 87 sivua, 12 liitesivua

Syyskuu 2012

Pääaine: Tuotantotekniikka

Tarkastajat: professori Reijo Tuokko ja Kaisa Väänänen-Vainio-Mattila

Ohjaajat: Jarmo Palviainen ja Niko Siltala

Avainsanat: Aseptinen pakkauslinja, käyttöliittymäsuunnittelu, käytettävyys, ihmiskeskeinen suunnittelu, graafinen suunnittelu, käyttöliittymäkonsepti, kansainvälinen suunnittelu.

Tässä työssä käsitellään Lamican Oy:n asettaman käytettävyysuunnitteluhaasteen ratkaisua. Lamican kehittää ja valmistaa aseptisia juomapakkauslinjoja. Vanhan linjaversiön käyttöliittymä oli havaittu erittäin vaikeaksi käyttää ja oppia. Työn kirjoittamisen aikaan linjasta suunniteltiin uutta prototyyppiä, jonka käytettävyysuunnitteluun työ keskittyy.

Työn teoriaosuudessa esitellään käytettävyysuunnittelun periaatteet, joita noudattaen työn tutkimus ja soveltava suunnitteluosuus on toteutettu. Suunnitteluperiaatteiden ja tutkimusmenetelmien esittelyn lisäksi teoriaosuudessa pureudutaan tarkemmin käytettävyysuunnitteluun nimenomaan automaatiokontekstissa.

Työssä tutkittiin vanhan käyttöliittymän käyttöä ennen kaikkea operaattoreiden näkökulmasta ja pureutuen operaattoreiden käyttötavoitteisiin. Linjan käyttöä seuraamalla muodostettiin malli entisen järjestelmän käytöstä ja käytön tavoitteista. Näiden pohjalta alettiin suunnitella uutta käyttöliittymää, jossa huomioitiin käytettävyyden heuristiikkojen sekä järjestelmän internationalisoinnista syntyvät vaatimukset. Suunnittelu tehtiin iteratiivisesti yhteistyössä Lamican Oy:n henkilöstön kanssa. Suunnittelun tulokset varmennettiin työntekijöitä haastatteleamalla aina uusien tulosten valmistuttua.

Lopulta käyttöliittymästä luotiin paperiprototyyppiversio, jonka avulla testattiin käyttöliittymän toimintoryhmittelyn loogisuutta, sekä uudistetun käyttöliittymän opittavuutta. Testit tehtiin sekä kokeneiden käyttäjien että täysin järjestelmää tuntemattomien käyttäjien kanssa. Palaute uudesta käyttöliittymästä oli jo paperiprototyyppivaiheessa erittäin positiivista. Uusi käyttöliittymä sai käyttäjille tehdyn system usability scale –kyselyn perusteella erinomaisen arvosanan.

Prototyyppitestauksen jälkeen käyttöliittymää kehitettiin vielä paremmaksi testauksessa löytyneiden epäloogisuuksien osalta. Lopulta käsin piirretyt prototyyppikuvat piirrettiin puhtaaksi Adobe Photoshopilla. Viimeistelyvaiheessa tarkennettiin myös käyttöliittymän värisuunnittelua ja käyttöliittymässä käytettyjen symbolien ja ikonien suunnittelua.

## ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Master's Degree Programme in Mechanical engineering

**Aleksi Rinta-Kauppila:** Researching and developing the aseptic packaging machine user interface

Master of Science Thesis, 86 pages, 12 Appendix pages

September 2012

Major: Production engineering

Examiners: Professor Reijo Tuokko, Kaisa Väänänen-Vainio-Mattila

Instructors: Jarmo Palviainen and Niko Siltala

Keywords: Aseptic packaging line, user interface design, usability, human centered design, graphical design, user interface concept, international design

The purpose of this thesis was to solve a design challenge presented by Lamican Oy. Lamican designs and manufactures aseptic packaging lines. The user interface of the old packaging line was considered very hard to learn and to use. When writing this thesis, new version of the line was being designed. This thesis focuses on usability design for the new version of the packaging line user interface.

The theory part of the thesis focuses on presenting principles for usability design in international context. The usability study and the design for the new interface have been conducted using these principles. In addition to general study methods, the theory focuses on usability design specifically in automation context.

The study started with observing the operators at their work and by figuring out the goals of these users. This way it was possible to create a model of the current use procedure and to analyse the users' goals in more detail. Based on this information the design for the new user interface started. The design process was based on usability heuristics and design principles of international design. The design process was conducted iteratively in cooperation with personnel of Lamican Oy. The results of the design process were verified by interviewing the personnel after each design iteration.

Finally, a paper prototype of the user interface was created to test the logic of new function grouping and learnability of the system. The tests were conducted both with advanced users of the previous interface and with complete novices. The feedback about the new interface was excellent already in the paper prototyping phase of the design process. The new interface received excellent grade in a system usability scale questionnaire.

After the prototype testing the interface was developed further with help of the information gathered from prototype testing. Finally the hand drawn prototype pictures were remade with Adobe Photoshop. In the finalisation stage also colour design and graphical design of the symbols used in the interface were taken further.

## ALKUSANAT JA KIITOKSET

Tahdon kiittää kaikkia opiskelu-urallani auttaneita ystävällisiä hahmoja, joita ilman lo-pullinen tavoite olisi ollut merkittävästi tuskallisempaa saavuttaa. Erityisesti tahdon kiittää Matti Kaunistoa, Antti Kultasta, Jarkko Yrjölää ja Satu-Maria Hellsténiä, joiden apu nimeltä mainitsemattomien kurssien läpäisemisessä oli korvaamatonta. Kiitos myös Juho Mäkiharjulle elintärkeästä avusta logistiikkaongelmien ratkaisussa ja Aleksi Kalli-selle palautteesta työn sisällön ja suunnitteluratkaisuiden suhteen.

Lisäksi kiitoksen ansaitsevat kaikki TTY:n professorit ja lehtorit, jotka ovat nähneet vaivaa käymieni kurssien eteen. Hyvästä työstään ansaitsevat kiitokset erityisesti työni ohjaajat Jarmo Palviainen ja Niko Siltala. Kiitos myös yliopiston ja ylioppilaskunnan hallinnolle, jotka ovat luoneet opiskelun oheen olosuhteet, joissa on mahdollista opiske-lun lisäksi harrastaa monipuolisesti ja luoda sitä kautta kattava kontaktiverkosto.

Tärkein kiitos kuuluu ihmisille, joiden tukeen olen voinut luottaa ajasta ja ongelman suuruudesta riippumatta. Kiitos isä, äiti ja Miia.

# SISÄLLYS

Abstract .....	iii
Termit ja niiden määritelmät .....	vii
1 Johdanto .....	1
1.1 Tutkimuksen tausta .....	1
1.2 Tutkimuskonteksti ja rajaukset .....	1
1.3 Tutkimuskysymykset .....	1
1.4 Tavoitteet.....	2
1.5 Työn rakenne.....	3
2 Automaatiojärjestelmien käytettävyyssuunnittelu .....	4
2.1 Ihmisten ja automaation yhteistyö .....	4
2.2 Käyttäjän päätöksenteon tukeminen .....	5
2.3 Turvalaitteet ja virhetilojen esittäminen.....	6
3 Tutkimusmetodologia .....	9
3.1 Tutkimusstrategia.....	10
3.2 Tutkimusmenetelmät.....	11
4 Käyttöliittymäsuunnittelu Lamican oy:n juomapakkauslinjastoon.....	16
4.1 Suunnittelutyökalut .....	16
4.2 Suunnitteluohjeet ja suuntaviivat .....	17
5 Entisen käyttöliittymän tutkiminen .....	22
5.1 Lähtökohdat ja rajoitteet .....	22
5.2 Laitteen käyttäjäryhmät.....	24
5.3 Laitteen käyttökonteksti .....	25
5.4 Entisen pakkauslinjan toimintaperiaate.....	25
5.5 Operaattorin tärkeimmät tavoitteet tehtäväanalyysin mukaan.....	30
5.6 Pakkauslinjan käyttöliittymän toimintojen graafinen ilme .....	31
5.7 Käyttöliittymän navigointihierarkia .....	35
5.8 Yhteenvedo järjestelmän tärkeimmistä käytettävyysongelmista .....	38
6 Suunnittelun tulokset.....	41
6.1 Ensimmäinen suunnitteluvaihe: navigointi .....	41
6.2 Toinen suunnitteluvaihe: tuotanto- ja pesuvälilehtien iterointi.....	47
6.3 Kolmas suunnitteluvaihe: virhediagnostiikan suunnittelu .....	52
6.4 Neljäs suunnitteluvaihe: uudistetut huoltotoiminnot .....	59
6.5 Viides suunnitteluvaihe: koko järjestelmän toimintojen yhteensovittaminen .....	61
7 Käyttöliittymäkonseptin testaus .....	67
7.1 Paperiprototypointi.....	67
7.2 Viimeinen suunnittelu vaihe: symbolien ja värien suunnittelu .....	70
8 Lopullinen käyttöliittymäkonsepti .....	74
8.1 Suunnittelu internationalisoinnin näkökulmasta .....	74
8.2 Lopulliset käyttöliittymäkuvat .....	75
9 Johtopäätökset .....	84

9.1 Tulosten validiteetin arviointi .....	84
9.2 Työn menetelmien käytön haasteet .....	84
9.3 Jatkokehitys .....	85
Lähteet .....	86
Liitteet .....	88

## TERMIT JA NIIDEN MÄÄRITELMÄT

CI	Contextual inquiry. Osallistavaan suunnitteluun kuuluva haastattelumenetelmä, jossa käyttäjää haastatellaan todellisessa käyttöympäristössä.
Demola	Tamperelainen innovaatioyritys, joka hyödyntää opiskelijoiden osaamista yritysten asettamien ongelmien ratkaisemiseksi.
HTA	Hierarkkinen tehtäväanalyysi. Käytettävyystudkimuksen menetelmä, jonka tarkoitus on tunnistaa käyttöprosessin heikkoja kohtia.
HTI	Human technology interaction.
Huoltohenkilö	Lamican Oy:n oma työntekijä, jonka tehtävänä on käyttöönottaa ja huoltaa juomalinjaa. Osaamis- ja tietämystasoltaan edistynein käyttäjäryhmä.
Heuristiikka	Yleisluontoinen kokemukseen perustuva ohje, jonka tarkoituksena on helpottaa ongelmanratkaisua ja suunnittelutyötä
I/O	Input/output. Automaatiotekniikan toteutuksen peruskomponentti.
Internationalisointi	Käyttöliittymän toteutustapa, jossa kansainvälisesti kriittiset osat on toteutettu siten, että ne voidaan vaihtaa helposti kohdekulttuurin vaatimukset huomioiden.
Kvalitatiivinen data	Laadullinen tieto. Kertoo käytettävyystudkimuskontekstissa mitä yksittäiset käyttäjät ajattelevat
Kvantitatiivinen data	Määrällinen tieto. Kertoo käytettävyystudkimuskontekstissa kuinka yleinen jokin mielipide on käyttäjien keskuudessa.
Käyttökonteksti	Fyysiset, psyykkiset ja sosiaaliset tekijät, jotka vaikuttavat tuotteen käyttöön.
Käyttäjä	Yhteinen nimitys operaattorille, lähitukihenkilölle ja huoltohenkilölle.

Lamelli	Kuljetin, joka siirtää täytettävät tölkit asemalta toiselle.
Lokalisointi	Käyttöliittymän sovittaminen kohdekulttuurin vaatimuksiin.
Lähitukihenkilö	Lamicanin asiakasyrityksen työntekijä, joka on koulutettu käyttämään järjestelmää perusteellisemmin, kuin operaattori.
Operaattori	Pakkauslinjan peruskäyttäjä.
Pakkauslinja	Laitekokonaisuus, jonka käyttöliittymän suunnittelun työ keskittyy. Pakkauslinja koostuu kahdesta erillisestä, mutta yhdessä toimivasta laitteesta: tölkkikoneesta sekä täyttökoneesta.
Ponnahdusikkuna	Käyttöliittymäelementti, joka ilmestyy nykyisen ikkunan päälle ilmoittamaan käyttäjää käsillä olevan toiminnan kannalta tärkeästä asiasta.
QR-koodi	Quick response-koodi. Kaksiulotteinen viivakoodi, joka on nopeasti purettavissa ja luettavissa.
Rautalankamalli	Karkea vedos suunniteltavasta käyttöliittymästä.
SUS-kysely	System usability scale kysely. Antaa arvion tutkittavan käyttöliittymän käytettävyydestä asteikolla 0-100
Servomoottori	Tarkasti ohjattavissa oleva takaisinkytketty moottori. Usein sähköisesti ohjattu..
Taulutietokone	Henkilökohtainen pienikokoinen kannettava tietokone, joka toimii kosketusnäytöllä.
Taktiilinen palaute	Tuntoon perustuva merkki tehdystä toiminnosta
Tölkkirivi	Lamellissa oleva kuusipaikkainen rivi, johon purkit asetetaan.



Tölkkirata	Jono, joka muodostuu peräkkäisten rivien samassa paikassa olevista tölkipaikoista.
Toimintokaavio	Malli, joka kuvaa käyttöliittymän toimintoja.

# 1 JOHDANTO

Lamican Oy:n suunnitteleman pakkauslinjan tarkoituksena on tuottaa sylinterinmuotoisia 250ml vetoisia kartonkisia juomapakkauksia. Sylinterimuoto on todettu hyvin käteen sopivaksi ja kartonkimateriaali on ympäristöystävällinen valmistusmateriaali jolle on helppo painaa näyttäviä kuvia. Tässä diplomityössä keskitytään Lamican Oy:n suunnitteleman pakkauslinjan käyttöliittymän tutkimiseen ja kehittämiseen.

## 1.1 Tutkimuksen tausta

Työ tehdään Lamican Oy:n asettaman ongelman ratkaisemiseksi. Yritys suunnitteli työtä tehdessä uutta versiota aseptisesta juomapakkauslinjasta. Vanhan pakkauslinjan käyttöliittymä oli toteutettu ilman erityistä panostusta käyttöliittymän käytettävyyden suunnitteluun. Tämän oli johtanut siihen, että käyttöliittymä oli hyvin insinöörimäinen ja sen toiminnot olivat syntyneet kumulatiivisesti ja tarvepohjaisesti pitkän ajan kuluessa, mikä puolestaan teki käyttöliittymästä rikkonaisen ja erittäin hankalan oppia. Yritys tiedosti vanhan käyttöliittymän puutteet ja halusi siksi kiinnittää erityistä huomiota sen parantamiseen.

Diplomityön tarkoituksena oli selvittää vanhan juomapakkauslinjan toiminta, mallintaa sen oleelliset toiminnot toimintokaavioksi ja ryhmitellä toiminnot uudelleen järkevämmäksi ja helppokäyttöiseksi kokonaisuudeksi. Helppo opittavuus, helppokäyttöisyys, yksinkertaisuus ja mahdollisimman hyvä kansainvälistettävyyden olivat suunnittelun tärkeimmät tavoitteet. Lamican Oy oli tehnyt työtä aloittaessa jo joitakin käyttöliittymäsuunnitteluun vaikuttavia valintoja, joista tärkeimmät olivat näyttölaitteen toimittajan ja mallin valinta, sekä toteutusohjelmiston valinta.

## 1.2 Tutkimuskonteksti ja rajaukset

Työn käytännön osuuden tuloksena oli tarkoitus tuottaa malli, jonka pohjalta varsinainen käyttöliittymä voidaan toteuttaa. Tämä tarkoittaa sitä, että keskeisimmät käyttötapaukset on mallinnettu ja että eri näyttöjen toiminnot on suunniteltu rautalankamallitasolla. Työn tavoitteena ei ollut tuottaa täydellistä käyttöliittymää grafiikoineen.

## 1.3 Tutkimuskysymykset

Tässä luvussa on määritelty tutkimuskysymykset, joiden pohjalta johdannossa esitettyä ongelmaa lähdettiin ratkaisemaan.

**Kysymys 1.** *Kuinka käyttöliittymän toiminnot voidaan järkevimmin ryhmitellä siten, että peruskäyttäjän tarvitsemat toiminnot ovat erillään käyttöönotto- ja huoltotoiminnoista?*

Vanhassa käyttöliittymässä huollon, sekä käytön toiminnot esitetään jossain määrin erillään, mutta jaottelu ei ole täysin selkeä. Kysymykseen vastaaminen selvittää mitkä toiminnot kuuluvat vain käyttöönottoon ja huoltoon, eikä niitä näin ollen tule näyttää peruskäyttäjälle lainkaan.

**Kysymys 2.** *Millaista perustoimintojen ryhmittelyä käyttämällä peruskäyttäjän toimintaa tuetaan mahdollisimman paljon?*

Kysymykseen vastaaminen selvittää sekvenssejä, joiden mukaan käyttäjä toimii. Kun toiminnot on ensin ryhmitelty yhteenkuuluvien toimintojen osalta samaan paikkaan, ne tulee tämän lisäksi asettaa loogiseen järjestykseen, joka helpottaa käyttäjää muistamaan missä järjestyksessä toiminnot pitää suorittaa.

**Kysymys 3.** *Miten käyttäjää tuetaan ongelmatilanteissa tehokkaimmin?*

Kysymykseen vastaaminen selvittää, mitä ongelmatilanteita käyttäjä kohtaa käytön aikana ja minkälaista tietoa käyttäjä tarvitsee ongelmatilanteesta selvitäkseen.

**Kysymys 4.** *Minkälainen näyttögrafikka on helpoiten ymmärrettävää tuotteessa, jonka markkinat ovat kansainväliset ja jonka käyttäjien kielitaidon ei voida olettaa olevan korkealla tasolla.*

Kysymys 4 on vaikein selvitettävä, sillä siihen pystyvät vastaamaan tyhjentävästi vain järjestelmän loppukäyttäjät, joita on tämän työn resurssien puitteissa mahdoton tavoittaa. Kysymykseen pyritäänkin siksi vastaamaan kirjallisuudesta löytyvien suunnittelusääntöjen ja yleisten ohjeiden perusteella.

## 1.4 Tavoitteet

Tutkimuksen tavoitteena oli luoda suuntaviivat suunniteltavan juomapakkauslinjaprototyypin käyttöliittymän toteutusta varten. Yrityksen asettamat vaatimukset voidaan jakaa seuraaviin kategorioihin:

### Järjestelmän helppokäyttöisyys ja käytön loogisuus

- Linjaa pitää pystyä käyttämään hyvin lyhyen koulutuksen perusteella. Käyttäjillä ei oleteta olevan tietotekniikan perustaitoja suurempaa osaamista.
- Eri toiminnot ja näyttöhierarkiat pitää voida järjestellä nykyistä selvästi yksinkertaisemmiksi ja loogisemmiksi kokonaisuuksiksi
- Käyttäjän tulee saada selkeä ja ymmärrettävä tieto häiriötilanteista. Eri häiriötapaukset tulee esittää mahdollisimman havainnollisesti.

- Käyttäjää ohjataan tekemään tavoitteen kannalta oikeita toimintoja.

### **Graafinen ilme ja internationalisointi**

- Käyttöliittymä tulee internationalisoida mahdollisimman hyvin. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että suunnitelman oheen merkitään mitkä toiminnot ovat kansainvälistämisen kannalta sensitiivisiä
- Tekstiohjeistusten määrä halutaan pitää minimissä käyttämällä havainnollisia symboleja ja väritystä

### **Käyttöliittymä tulee olla toteutettavissa kaupallisilla HTI- työkaluilla**

- Suunnittelualustaksi on valittu Inductive automationin valmistama Cromi ohjelmisto

Tekijän henkilökohtaiset tavoitteet puolestaan voidaan listata seuraavasti:

### **Aikataulu**

- Työ tulee olla sisällöltään valmis syyskuun loppuun mennessä
- Tämän varmistamiseksi suunnittelutyö tulee jakaa välitavoitteisiin, joiden aikataulun pitävyys on yksi oman onnistumisen kriteeri.

### **Työn tulokset**

- Käyttöliittymäsuunnitelman tulee olla toteutettavissa suoraan tai hyvin vähäisin muutoksin lopulliseen prototyyppiin.
- Kaikkien vanhaa järjestelmää käyttäneiden tulee olla sitä mieltä, että suunniteltu uusi käyttöliittymä on merkittävästi selkeämpi, helppokäyttöisempi ja helpommin opittavissa, kuin aikaisemman järjestelmän käyttöliittymä. Tämä mitataan vertailemalla kummankin version saamia System usability scale kyselypisteitä.

## **1.5 Työn rakenne**

Työn teoriaosassa esitellään aluksi käytettävyyssuunnittelun periaatteet ja tämän jälkeen käsitellään käytettävyyssuunnittelua automaatiokonteksissa. Työn soveltavassa osuudessa esitellään ensin Lamicanin juomapakkauslinjan entisen version toiminta käytettävyyden näkökulmasta. Tämän jälkeen työssä esitellään kronologisessa järjestyksessä uuden käyttöliittymän suunnittelu vaiheittain ja käydään läpi jokaisessa vaiheessa syntyneet käyttöliittymän kehitysaskleet. Lopuksi työssä esitellään suunnittelun tulokset, arvioidaan tulosten validiteettia sekä ehdotetaan aiheita jatkotutkimukselle.

## 2 AUTOMAATIOJÄRJESTELMIEN KÄYTETTÄVYYSSUUNNITTELU

Tässä luvussa käsitellään käytettävyyssuunnittelua nimenomaan automaatiojärjestelmien suunnittelukontekstissa. Luvussa käsitellään sitä, miten ihminen ja automaatio toimivat yhteen, kuinka automaation käyttäjän toimintaa voidaan tukea ja minkälaisia merkinantolaitteita sekä ohjaustoimintoja koneasetus sekä standardit vaativat.

Automaatiojärjestelmien käytettävyyssuunnittelija on pohjimmiltaan yhteyshenkilö suunnittelun kannalta tärkeimpien sidosryhmien välillä. Käytettävyyssuunnittelijalta vaaditaankin siksi osaamista alueilla, joita ei mielletä yleisesti kuuluvaksi insinöörisuunnittelun piiriin. Käytettävyyssuunnittelun ammattilainen on saanut koulutuksen siihen, että suunnittelu aloitetaan käyttäjän näkökulmasta. Tässä huomioidaan se, että suunnittelijan oma maalaisjärki saattaa toimia eri tavalla, kuin käyttäjän. HTI (human technology interaction) -ammattilaista ei saa kuitenkaan myöskään täysin eriyttää varsinaisista suunnitteluinsinööreistä, sillä jos hän ei tunne suunnittelijoiden käyttämää kieltä ja toimintatapoja, sekä toimi tiiviissä yhteistyössä heidän kanssaan, HTI-ammattilaisen mielipiteet ja tutkimustulokset sivuutetaan helposti. (Sheridan, 2002, s. 54-55.)

### 2.1 Ihmisten ja automaation yhteistyö

Käyttäjä-automaatiointeraktion suunnittelussa on useita näkökulmia, jotka eroavat hyvin paljon perinteisestä mekaniikkasuunnittelusta:

- Suunnitteluinsinööreillä on hyvä käsitys fysiikasta ja mekaanisen suunnittelun vaatimuksista. Sen sijaan heillä on hyvin harvoin käsitystä psykologiasta ja sen erityispiirteistä. Ihmis-automaatio-interaktiota suunniteltaessa ei suunnitella vain fyysistä tuotetta vaan myös suhdetta tuotteen ja sen käyttäjän välille. Tämä vaatii ymmärrystä ihmisen kognitiivisista toiminnoista.
- Ihmisillä on rajoitteensa, joihin ei voi vaikuttaa koulutuksella. Nämä rajoitteet on pakko huomioida suunnittelussa. Esimerkiksi ihmisen havaitsemiskyky on suhteellisen universaali ominaisuus, jota on vaikea parantaa opettelemalla.
- Ihmisaivot eivät toimi selkeiden ja tarkkojen sääntöjen mukaisesti, vaan assosiaatioiden perusteella.
- Ihmisillä on käytössään useampia kommunikaatiokanavia koneita käyttäessään. Redundanssi viestien lähettämisessä eri kanavoita pitkin on usein perusteltua.
- Toisin kuin automaatio, ihmiset pystyvät vaikuttamaan tehtävien suorittamisen nopeuteen (inhimillisen suorituskyvyn rajoissa).

(Sheridan, 2002, s. 161)

Toisin sanoen, suunnittelijoiden on tiedostettava minkälaisia vaatimuksia koneiden suunnitteluun ja ihmisten toiminnan tukemisen suunnitteluun liittyy. Hyvin harva auto-

maatiojärjestelmä toimii täysin automaattisesti ilman ihmisen ohjausta. Järjestelmät on automatisoitu hyvin pitkälle, mutta niissä on silti myös toimintoja, joissa käyttäjän interaktio on välttämätöntä. (Sheridan, 2002, s.2).

Automaation käytettävyyssuunnittelu perustuu yhteistyön ajatukseen myös tarkastellessa suunnittelua käyttäjän ja laitteen välillä. On hyvä tapa ajatella käyttäjä sekä laite yhteistyötä tekeväksi yksiköksi, jossa molemmilla yhteistyön osapuolilla on merkittävästi toisistaan eroavia vahvuuksia ja heikkouksia. Järjestelmä on toimiva silloin, kun tehtävät on jaettu automaation ja käyttäjien välille tarkoituksenmukaisesti ja perustellusti. Käyttäjän vastuulle ei usein kannata asettaa toimintoja, joiden hoitamisesta automaatio suoriutuisi merkittävästi nopeammin ja tehokkaammin.

Automaation ja ihmisen välistä työnjakoa miettiessään systeemin suunnittelija selvittää, minkä osien automatisointi on ylipäättään mahdollista. Lisäksi on selvitettävä minkälaisia tehtäviä ihmiset haluavat tehdä, mitkä asiat ovat ihmisille hyvin helppoja, mutta vaikeita automatisoida, mitkä tehtävät ovat tylsiä, uuvuttavia ja vaarallisia ja pitäisi siksi automatisoida. (Sheridan, 2002 s. 61.)

Automaation on tarkoitus palvella ihmisten tarpeita, eikä päinvastoin, joten näiden kahden täytyy tulla toimeen keskenään, toimia hyvin yhteen ja olla interaktiossa keskenään. Automaatio on pääasiassa ”tyhmää” ja yksioikoista. Toisin kuin ihmiset, se ei pysty mukautumaan muuttuviin tilanteisiin johdonmukaisesti. Automaatio tekee vain sen, mitä se on ohjelmoitu tekemään, mutta se ei välttämättä aina ole sitä, mikä olisi tarkoituksenmukaista tai sitä, mitä käyttäjät odottavan tapahtuvan. (Sheridan, 2002, s.12)

## **2.2 Käyttäjän päätöksenteon tukeminen**

Toinen hyvin merkittävä näkökulma automaation käytettävyyssuunnitteluun keskittyy käyttäjän päätöksenteon tukemiseen. Kuten sanottu, käyttäjien henkiset ominaisuudet ovat hyvin rajalliset. Ihmiset havaitsevat, oppivat ja muistavat asioita suhteellisen yhtenevillä tavoilla. Tutkimuksissa on havaittu, että ihmisen lyhytkestoisen muistin kapasiteetti on 5-9 yksikköä (SFS, 2004, s.52), eli ihminen on kykenevä muistamaan 5-9 asiaa tai kokonaisuutta kerrallaan. Suunnittelun kannalta tämä tarkoittaa sitä, että mikäli järjestelmän aktiivinen käyttö vaatii useamman asian muistamista, käyttö muuttuu hyvin rasittavaksi, tai lähes mahdottomaksi. Tätä harvalukuisempienkin tapahtumien muistamisen vaatiminen tekee käytöstä kuormittavaa. Ongelmaa voidaan kiertää tarjoamalla käyttäjälle muistamisvaatimuksen sijaan mahdollisuus tunnistaa oikeiden toimintojen merkitys ja helpottaa näin päätöksentekoa siitä, mikä toiminta on missäkin tilanteessa kannattavinta.

Suomen standardoimisliitto esittää koneiden turvallisuutta käsittelevässä standardioppaassaan miten tätä tavoitetta tulisi soveltaa automaatio suunnittelukontekstissa: ”Silloin, kun hallintaelimiä ja merkinantolaitteita käytetään samassa kiinteässä järjestyksessä, on

ne sijoitettava tähän järjestykseen. Tämä sijoitus auttaa käyttäjää muistamaan järjestyksen ja se lyhentää vasteaikaa sekä johtaa harvempiin virheisiin.” Toisin sanoen, mikäli käyttäjän toimintasekvenssi on poikkeuksetta sama, sekvenssissä tarvittavat hallintaelimet (kytkimet ja näyttöjen toiminnot) sekä merkinantolaitteet (merkkivalot ja näytön ilmoitukset ja hälytykset) pitää sijoittaa järjestykseen, jossa niitä on tarkoitus käyttää. Tehtävämukaiseen järjestykseen sijoittaminen poistaa käyttäjältä tarpeen muistaa mitä hänen pitäisi tehdä seuraavaksi.

Koneasetus jatkaa: ”Mikäli hallintaelimiä ja merkinantolaitteita ei käytetä samassa kiinteässä järjestyksessä ne on sijoitettava siten, että

- Tärkeät ja toistuvasti käytettävät merkinantolaitteet ja elementit ovat helppo-käyttöisimmissä paikoissa
- Alajärjestelmään kuuluvat elementit ovat lähellä toisiaan
- Toiminnallisesti yhteenkuuluvat elementit ovat ryhmissä visuaalisesti ja sijainniltaan muista elementeistä erottuvina.” (SFS, 2004, s. 42).

Tämä ajatusmalli tukee aikaisemmin esiteltyä ajatusta koneen ja ihmisen yhteistyöstä. Kone kommunikoi ihmisen ymmärtämällä symboliikalla ja tukee päätöksentekoa tarjoamalla ihmiselle selkeät, toisiinsa liittyvät vaihtoehdot. Niihin pohjautuen ihminen voi käyttää omaa vahvuuttaan; harkintaa siitä, mikä toiminta sopii juuri käsillä olevan tehtävän suorittamiseen.

Perinteisesti monimutkaisten toimintojen tueksi käyttäjille on tarjottu paperisia tarkastuslistoja, joiden avulla prosessin etenemistä on mahdollista seurata. Tietokoneet mahdollistavat kuitenkin paljon kehittyneempienkin tarkastuslistojen esittämisen. Ne voivat reaaliajassa seurata, mitä toimintoja käyttäjä on todellisuudessa suorittanut ja mitä tehtäviä vielä on suorittamatta. (Sheridan, 2002, s.107.) Tätä ajatusta hyödynnetään tässä työssä esitetyn käyttöliittymäratkaisun osana.

## 2.3 Turvalaitteet ja virhetilojen esittäminen

Automaatiotekniikassa turvalaitteiden ja hallintaelinten suunnitteluun on olemassa kansainvälisiä standardeja, jotka asettavat vaatimuksia turvalaitteiden värikoodaukselle, sijoittelulle ja esitystavalle. Nämä säännöt ovat erittäin hyvin linjassa käytettävyyssuunnittelun ohjeiden kanssa, sillä kummankin näkökulman tavoitteena on luoda järjestelmä, joka on niin yksiselitteinen, että virhetilanteet on helppo tunnistaa ja välttää ennalta. Molemmat näkökulmat painottavat myös virhetilanteiden korjaamisen helppoutta, mutta standardeissa painotetaan vielä erikseen turvallisuusnäkökulmia. Laitteen tahallinen väärinkäyttö ei saisi aiheuttaa riskejä laitteen operaattorille tai muille laitteen kanssa samanaikaisesti toimiville henkilöille.

Siirilä (2009) viittaa artikkelissaan Koneasetuksen (400/2008) liitteen 1 kohdasta 1.1.2.1 löytyvään turvallistamisen suuntaviivoihin. Suuntaviivoissa on yleisluontoisesti kiteytetty koneiden turvallisuussuunnittelun periaate: ”Kone on suunniteltava ja rakennettava

niin, että sitä voidaan käyttää, säätää ja huoltaa henkilöitä vaarantamatta ottaen huomioon myös kohtuudella ennakoitavissa olevan väärinkäytön.” (Siirilä, 2009, s. 63.) Automaation käyttöä suunniteltaessa lähtökohdaksi tulee ottaa se tosiasia, että ihmisillä on taipumus tehdä useita virheitä. Olemme myös hyvin kyvykkäitä löytämään näitä virheitä ja korjaamaan ne ajoissa siten, että virheillä harvoin on vakavia seurauksia. Ihmisiltä ei koskaan saisi odottaa täyttä virheettömyyttä ja konemaista toimintaa. (Sheridan 2002, s. 162.)

Mikään määrä koulutusta ei siis pysty poistamaan käyttäjien tekemiä virheitä täysin, mutta niiden määrää voidaan merkittävästi vähentää tiedostamalla miten nämä mainitut virheet syntyvät. Mahdollisesti tärkein virheitä aiheuttava tekijä on koneen antaman palautteen puute. Palaute tarkoittaa automaatiokontekstissa sekä käyttäjälle annettua palautetta, että fyysistä ympäristöä, jossa palautetta tulkitaan. Merkityksellistä on myös se, miten palautteeseen pääsee käsiksi. (Sheridan, 2002, s.85) Toisin sanoen, palautteen antaminen toiminnasta ei vielä riitä. Palaute tulee antaa tavalla, jolla se on saatavissa helposti ja voidaan tulkita oikein, ja vielä siten että ympäristötekijät eivät haittaa kumpaakaan näistä vaiheista.

Automaatiosuunnittelun ohjeistuksissa otetaan kantaa pääasiassa siihen, että laitetta voidaan käyttää turvallisesti. Myös tehokasta käyttöä peräänkuulutetaan, mutta perinteiset suunnitteluohjeet eivät kuitenkaan anna juurikaan ohjeistusta siitä, miten tehokas toiminta ja tehokas virheistä palautuminen olisi mahdollista. Automaatio voi toimia hyvin luotettavasti ja kun niin on, ihmiset tylsistyvät yrittäessään valvoa muuttumatonta tilaa. Ongelmien tapahtuessa käyttäjillä voi olla vaikeuksia huomata ongelman olemassaolo, selvittää mistä ongelma aiheutuu ja korjata se. (Sheridan, 2002, s.12). Tähän kysymykseen voidaan vastata käytettävyyssuunnittelun heuristiikoilla, joita käsitellään tämän työn luvussa 3.2.6.

Perinteisesti virhetilanteiden esittämistä listana, joka päivittyy uusien virheiden syntyessä, on pidetty hyvänä tapana tarjota käyttäjälle tietoa järjestelmän ongelmista. Tässä lähestymistavassa on kuitenkin ongelmansa, sillä kun virheviestit rullaavat eteenpäin, käyttäjä hukkaa tarpeellisen informaation helposti, jos sen paikka muuttuu. Oleellisen virhetiedon löytäminen uudelleen on vaikeaa, mikäli käyttäjä vilkaiseekin muualle. (Sheridan, 2002, s.96-97.) Tätä ongelmaa kutsutaan avaimenreikäongelmaksi, mikä tarkoittaa sitä, että kun järjestelmää ohjataan näytöllä, jonka sisältö muuttuu, käyttäjä tarkastelee koko järjestelmää ikään kuin avaimenreiän läpi, vain pientä osaa kerrallaan. Siksi on ensiarvoisen tärkeää, että käyttäjä pysyy koko ajan tietoisena siitä, mistä tarpeellinen tieto löytyy.

Virhetilojen esittämiseen liittyy toinenkin haaste. Useat peräkkäin syntyvät hälytykset ovat korrelaatiossa keskenään, koska usein ohjauslaitteet on kytketty toisiinsa. Kokeneet käyttäjät pystyvät tunnistamaan näistä hälytyssarjoista säännönmukaisuuksia, jotka auttavat ongelman tunnistamisessa, mutta tämä vaatii hyvin paljon osaamista. Usein toistu-



va hälytys vain sekoittaa käyttäjää, joten redundanssia virheilmoitusten näyttämisessä tulisi välttää. Huomattavaa tässä kohtaa on, että redundanssi tässä yhteydessä tarkoittaa nimenomaan sitä, että pohjimmiltaan yhdestä virheestä aiheutuvien toistuvien virheiden tulvaa pitäisi voida välttää. Näin voidaan tehdä esimerkiksi korostamalla ongelman alkupistettä, sillä usein yhdessä pisteessä tapahtunut ongelma kertaantuu myöhemmissä prosessin vaiheissa. (Sheridan, 2002, 105)

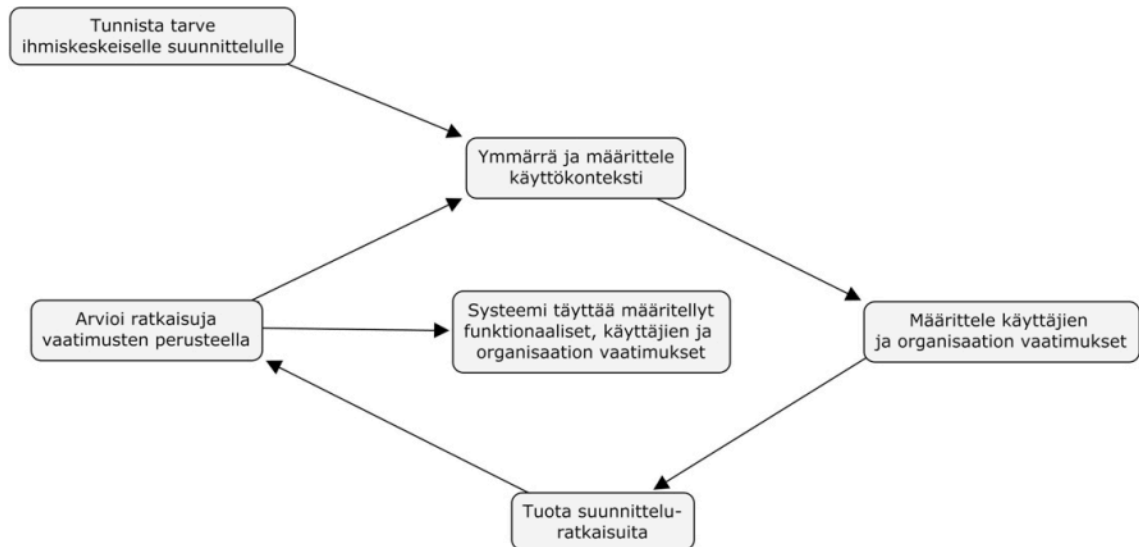
Automaatiosuunnittelun turvallisuusnäkökulmasta katsottuna tärkeä yksityiskohta on se, miten laitteen toiminta pysäytetään. Myös tähän on olemassa koneasetuksen antama ohjeistus, joka määrittää millä tavoin laitteen toiminta on voitava pysäyttää. Pysäytystavat on jaettu kolmeen eri käyttötapaukseen: koneen normaalikäytön mukainen pysäyttäminen, toiminnallinen pysäyttäminen ja hätäpysäytys.

#### Koneasetuksen (400/2008) liitteen 1 kohdasta 1.2.4. Pysäyttäminen

- **Normaali pysäytys:** koneessa on oltava ohjauslaite, jolla se voidaan turvallisesti pysäyttää kokonaan. Jokainen työasema on varustettava ohjauslaitteella, jolla pysäytetään olemassa olevista vaaroista riippuen joko kaikki tai vain osa koneen toiminnoista siten, että kone saatetaan turvalliseen tilaan.
- Koneen pysäytyslaitteen toiminnan on oltava ensisijainen käynnistyslaitteen toimintaan nähden.
- Kun kone tai sen vaaralliset toiminnot ovat pysähtyneet, energiansyöttö asianomaisiin toimilaitteisiin on katkettava.
- **Toiminnallinen pysäytys:** jos toiminnallisista syistä tarvitaan pysäytyslaitetta, joka ei katkaise energiansyöttöä toimilaitteisiin, pysäytystilaa on valvottava ja ylläpidettävä.
- **Hätäpysäytys:** koneessa on oltava yksi tai useampia hätäpysäytyslaitteita, joiden avulla todellinen tai uhkaava vaara voidaan torjua.
- Vaatimuksia: Laite on oltava varustettu selvästi tunnistettavilla ja näkyvillä ohjaimilla, jotka ovat nopeasti käytettävissä. Pysäytettävä vaarallinen prosessi mahdollisimman nopeasti aiheuttamatta muita riskejä ja Tarvittaessa käynnistettävä tiettyjä suojausliikkeitä ja sallittava niiden käynnistyminen.
- Kun hätäpysäytyslaitteen aktiivinen käyttäminen, josta pysäytyskäsky seuraa, on lakannut, tämän käskyn on jäätävä voimaan hätäpysäytyslaitteen lukkiutumisen avulla, kunnes tämä lukitus vapautetaan erityisillä toimenpiteillä. Lukkiutuminen ei saa olla mahdollista ilman, että aiheutuu pysäytyskäsky.
- Koneyhdistelmän sammuttaminen: jos useampi kone tai koneiden tietyt osat on suunniteltu toimimaan yhdessä, ne on suunniteltava ja rakennettava siten, että pysäytysohjaimet, hätäpysäytyslaitteet mukaan luettuina, pysäyttävät kyseessä olevan koneen lisäksi myös kaikki siihen yhteydessä olevat laitteet, jos niiden toiminnan jatkuminen aiheuttaa vaaraa.

### 3 TUTKIMUSMETODOLOGIA

Tutkimuksessa noudatettiin käyttäjakeskeisen suunnittelun standardin ISO 9241-210 mukaista sykliä. Sykli on esitetty kuvassa 1. Kuvan jälkeen esitellään, miten sykliä noudatettiin tähän työhön liittyvässä tutkimuksessa.



Kuva 1 Käyttäjakeskeisen suunnittelun sykli

#### Käyttökontekstin ymmärtäminen ja määrittely

Tutkimustyö tehtiin Lamican Oy:n toimitiloissa, jotka vastaavat kohtuullisen hyvin todellista käyttökontekstia. Tässä vaiheessa siis tutustuttiin käyttöympäristön vaatimuksiin ja realiteetteihin haastattelemalla yrityksen työntekijöitä.

#### Käyttäjien ja organisaation vaatimusten määrittely

Tutkimus aloitettiin tutustumalla pakkauslinjan toimintaan. Tämä tapahtui yrityksen tuottaman taustamateriaalin lisäksi pääasiassa haastattelemalla Lamican Oy:n toimitiloissa työskenteleviä teknikkoja ja suunnittelijoita. Haastattelumenetelmänä käytettiin *Contextual inquiry* tekniikkaa, jossa järjestelmän käyttäjälle esitetään kysymyksiä järjestelmän eri toiminnoista ja käyttäjien tavoitteista laitteen todellisessa toimintaympäristössä. Menetelmä esitellään tarkemmin luvussa 3.2.2.

Tässä tutkimuksen vaiheessa käytettiin *hierarkkisen tehtäväanalyysin* keinoja linjan eri käyttäjien toimintojen ja tavoitteiden mallintamiseen. Analyysissa käyttäjien tehtävät mallinnetaan, jotta saataisiin käsitys siitä, mitä tehtäviä ja tavoitteita linjan käyttöön liittyy ja miten ne on käyttöliittymässä nykyisin ryhmitelty.

### **Suunnitteluratkaisujen tuottaminen**

Tässä vaiheessa työ oli paljolti luovaa suunnittelua, joka pohjautui aikaisemmista vaiheista kerättyihin tietoihin, sekä tiedossa oleviin suunnittelusääntöihin ja standardeihin. Suunnittelu alkoi käyttäliittymän toimintojen uudelleenryhmittelyllä, jonka tavoitteena oli saada toiminnot loogisiksi kokonaisuuksiksi, joista käyttäjälle näytetään ainoastaan käsillä olevan tehtävän kannalta tärkeät toiminnot. Lähtökohtaisena tarkoituksena oli tuottaa kaksi erityylistä vaihtoehtoa käyttäliittymäksi ja vertailla niiden toimivuutta käyttökontekstissa. Suunnitteluprosessin dokumentointiin kiinnitettiin erityistä huomiota. Tehtyjen ratkaisujen perusteet kirjattiin ylös, jotta niihin voitiin iteraatiokierrosten yhteydessä tarvittaessa palata.

### **Ratkaisujen arviointi vaatimusten perusteella**

Suunniteltavalle käyttäliittymälle tehtiin jatkuvaa *heuristista arviointia*, joka kertoi käyttäliittymän käytettävyydestä yleisesti tiedossa olevien suunnittelusääntöjen perusteella. Käyttäliittymäratkaisuita vertailtiin *paperiprototyypin* avulla. Paperiprototyypin testi järjestettiin Lamicanin tiloissa ja toimihenkilöiden avustuksella. Testissä mallinnettiin näyttökuvien tasolla muutama oleellinen käyttötapaus, joiden toimintalogiikkaa testataan. Kuten sanottu, tavoitteena oli tuottaa kaksi erilaista suunnitteluratkaisua, joista valittiin ensimmäisen iteraatiokierroksen tulosten perusteella parempi jatkokehitykseen.

### **Iterointi**

Suunnittelun tulokset validoitiin haastattelemalla vapaamuotoisesti yrityksen työntekijöitä aina uusien suunnitteluratkaisujen valmistuttua. Tämä tehtiin käyttäliittymäsuunnitelman pohjalta toteutettavan *paperiprototyypin* avulla. Iteraatiokierrosten perusteella tehdyt muutokset suunnitelmiin dokumentoitiin ja muutosten perusteet tuotiin näkyvästi esiin. Iteraatiokierrosten yhteydessä uusittua suunnitelmaa arvioitiin pääasiassa automaattisuunnittelijoiden kanssa. Näin saatiin selville, onko suunnittelu edennyt oikeaan suuntaan ja että käyttäliittymästä löytyvät kaikki välttämättömät toiminnot. Loppuvaiheen iteraatiokierroksilla käyttäliittymää arvioitiin myös käyttöönottajien kanssa toimivuuden varmistamiseksi myös heidän näkökulmastaan.

## **3.1 Tutkimusstrategia**

Tutkimukset voidaan jakaa strategian osalta kolmeen joukkoon: eksploratiivisiin, kuvaileviin ja selittäviin tutkimuksiin. Tämän työn osalta oli kyse selvästi kuvailevasta tutkimuksesta, jossa pyrittiin selvittämään tilannetta tai ongelmaa syy-seuraussuhteiden avulla. (Vanhala 2004, s. 2.) Tarkemmin sanottuna kyseessä oli empiirinen tutkimus, jossa selvitettiin entisen järjestelmän käyttöä seurantatutkimuksellisilla menetelmillä (tosin ilman seurantaan liittyvää ajallista toistoa). Tutkimus on laadullinen siksi, että tutkimusaineisto kerättiin yksittäisiltä käyttäjiltä ja tutkimuksen tavoitteena oli nimenomaan kuvailla ongelmien luonnetta ja luoda ratkaisuja niihin. Käytettävyystudkimuksessa ei ole tarkoituksenmukaista saavuttaa tieteellistä tarkkuutta, vaan tavoitteena on

lopputulos, jossa suurin osa yleisimmistä käytettävyyssongelmista on poistettu. Tämä ei vaadi onnistuakseen suuren otoksen määrällistä tutkimusta. Kyseessä oli siis tapaustutkimuksena tehtävä toimintatutkimus: siinä seurattiin yhden laitteen kokonaiskäyttöä ja pyrittiin tehostamaan käyttöä prosessina tarjoamalla käyttäjälle merkittävästi entistä tehokkaampi tapa ohjata suunnittelun kohteena olevaa laitetta.

## **3.2 Tutkimusmenetelmät**

Käytettävyystudkimus tarjoaa suunnittelun tiedonkeruuseen ja prototyyppien testaamiseen useita eri menetelmiä. Menetelmät valitaan sen perusteella minkälaista tietoa (kvalitatiivista vai kvantitatiivista) suunnittelun tueksi tarvitaan ja missä tuotekehitysprosessin vaiheessa tietoa tarvitaan. Tässä luvussa on esitelty tämän työn puitteissa tehtävän käyttöliittymäsuunnittelun kannalta toimivimmat menetelmät ja perusteltu miksi juuri tämä menetelmä soveltuu käytettäväksi tämänkaltaisessa tuotekehitysprojektissa.

### **3.2.1 Hierarkkinen tehtäväanalyysi (HTA)**

Koska diplomityössä suunniteltiin uusi käyttöliittymä jo olemassa olevaan ja toimivaan järjestelmään, huomio kannatti kiinnittää entisen työnkulun analysointiin. Tähän hyvin sopiva käytettävyystudkimusmenetelmä on Hierarkkinen tehtäväanalyysi (HTA), joka on menetelmänä nykyisin alikäytetty, siitä huolimatta, että se tarjoaa helposti sovellettavan lähestymistavan olemassa olevan tuotteen kehittämiseen. HTA auttaa ymmärtämään tehtäviä, jotka käyttäjän pitää suorittaa saavuttaakseen tietyt tavoitteet. (UXmatters.com, 2010.) HTA:n tarkoituksena on tutkia käyttäjän suorittamaa tehtävää ja jakaa se alitehtäviksi tarkoituksenmukaisella tarkkuudella. (Hollnagel, 2003)

Tässä työssä tehtäväanalyysi suoritettiin iteratiivisesti Valkeakoskella, Lamican Oy:n toimipisteessä, sekä Toholammin Sykäräisissä Bullberry Oy:n toimitiloihin sijoitetun pakkauslinjan äärellä. Lisää tehtäväanalyysin toteuttamisesta ja tuloksissa luvussa 5.

HTA valittiin käytettäväksi tämän työn tutkimusmenetelmäksi, koska entisen järjestelmän mallintaminen ja sen käyttäjien tavoitteiden tunnistaminen toimi hyvänä pohjana uuden järjestelmän suunnittelulle. Tiedettiin, että uuden järjestelmän perustoiminta, ja näin ollen käyttäjän perustavoitteet tulevat olemaan hyvin lähellä vanhan järjestelmän toimintaa.

### **3.2.2 Contextual inquiry**

Contextual inquiry on haastattelun ja tarkkailun yhdistelmä joka tehdään käyttäjän todellisessa käyttökontekstissa käyttäjän toimintaa seuraten ja tarkentavia kysymyksiä esittäen. Näin käyttäjän on merkittävästi helpompi muistaa tehtävään liittyvät yksityiskohdat, ongelmat ja toimintaan vaikuttavat ulkoiset tekijät. Menetelmässä tutkitaan muutamien valittujen käyttäjien toimintaa ja se on hyvin muunneltavissa erilaisten projektien vaatimuksiin. (Beyer, Holtzblatt, 1998, s. 37)

Termille Contextual inquiry ei ole olemassa ytimekästä suomennosta, joten siitä käytetään tässä työssä alkuperäiskielen mukaista lyhennettä CI. CI on haastattelumenetelmä, johon on lisätty psykologian, antropologian ja sosiologian kenttätutkimuksen käytäntöjä (Holzblatt&Jones 1993 s. 178; Raven 1996). Tämä kuulostaa monimutkaiselta, mutta käytännössä menetelmä ei ole monimutkainen, eikä vaikea toteuttaa. Näin ollen CI on kiinteä osa HTA:ta ja sitä käytetään tässä tutkimuksessa nimenomaan HTA:n tärkeimpänä tiedonkeruumenetelmänä. Näin siksi, että CI paljastaa nykyisten järjestelmien käytön vaiheiden ja tehtävien lisäksi sen, mitä mieltä käyttäjät itse ovat työnsä rakenteesta ja sen vaiheista (Mirel, 1996, s. 15).

CI:n lähtökohtaisena oletuksena on, että käyttäjät tulee sisällyttää toimivan työnkulun ja käyttöliittymän suunnitteluun (O'Neill, 2004). Menetelmän tarkoituksena on kerätä insinöörit, suunnittelijat, managerit ja markkinointihenkilöstö lähelle käyttäjiä keräämään kvalitatiivista tietoa tietoa suunnittelua varten. Tarkoituksena on, että em. sidosryhmät ymmärtäisivät käyttäjien työkulun suunnittelupäätöksiä tehdessään (Holzblatt, Jones, 1993, s.181)

Holzblattin ja Jonesin mukaan CI-prosessi ohjautuu kolmen periaatteen pohjalta:

- Tiedonkeruu tapahtuu *käyttökontekstissa*.
- Tiedon kerääjän ja käyttäjän on muodostettava *tutkimuspari*, joka tutkii ongelmia yhteistyössä.
- *Fokuksen* määrittäminen on tärkeää.

*Käyttökonteksti* on tärkeä tekijä siksi, että se tarjoaa suunnittelijoille tietoa todellisen käytön luonteenpiirteistä ja ympäristön aiheuttamista ongelmista. Lisäksi käyttäjien on paljon helpompi muistaa käyttöön liittyviä yksityiskohtia ja ongelmia. (Holtzblatt, Jones 1993, s 184; Beyer, Holtzblatt 1998, s.37)

*Tutkimus parityönä* tarkoittaa sitä, että perinteisestä haastatteluasemasta poiketen, tutkija ja haastateltavat ovat tasa-arvoisia omien alojensa asiantuntijoita. Tarkoitus on, että suunnittelun ammattilainen muodostaa yhteistyössä suunniteltavan kohteen käytön ammattilaisen kanssa selvän käsityksen siitä, minkälaisia yksityiskohtia käyttö pitää sisälleen. (Raven 1996) Yhteistyönäkökulma tuo tutkimukseen lukuisia etuja. Suunnittelijan ei tarvitse itse tulkita aineiston perusteella, mistä käyttöongelmat johtuivat, vaan hän voi suoraan kysyä käyttäjän näkemystä asiaan. Samoin suunnittelija ja käyttäjä voivat yhdessä tuottaa mahdollisia ratkaisuja kohdattuihin ongelmiin (Raven 1996).

CI eroaa perinteisestä haastattelusta myös siinä, että tarkan kysymislistan sijaan, haastattelulle on määritetty *fokus*, joka liittyy joko näkökulmaan tai tiettyihin tutkimuskysymyksiin. Tämä mahdollistaa paljon joustavamman lähestymistavan haastatteluun ja antaa tilaa itse haastattelutilanteessa esiin nouseville kysymyksille, jotka liittyvät käsillä olevaan fokukseen. (Raven 1996).

Itse haastattelun suorittamisen jälkeen niiden tuloksia keräännytään analysoimaan koko suunnittelutiimin voimin. Tiimin on hyvä olla monialainen, sillä jokainen tiimin jäsen voi tuoda oman ammattitaitonsa työn vaiheiden mallinnukseen ja vaiheiden merkityksellisyyden tulkitsemiseen. (Beyer, Holtzblatt 1998, s. 38) CI toimii loistavasti tiedonkeruumenetelmänä kun mallinnetaan järjestelmän käytön vaiheita ja vaiheisiin liittyviä tavoitteita. Siksi sitä käytettiin tässä työssä HTA:n osana.

### 3.2.3 Paperiprototypointi

Paperiprototyyppi on karkea, usein käsin piirretty havainnollistava käyttöliittymämalli, jonka käyttölogiikkaa, navigointia ja toimintosijoittelua voidaan testata loppukäyttäjien kanssa. Menetelmän perusajatus on tarjota suunnittelijalle keino testata käyttöliittymäkonseptin toimivuutta jo siinä vaiheessa, kun toiminnallista prototyyppiä ei ole vielä olemassa. Tällä tavoin on mahdollista löytää käyttöliittymän suurimmat käytettävyysongelmat jo ennen varsinaisen käyttöliittymän toteutuksen aloitusta. Paperiprototyypin tuottaminen ja muokkaaminen on paljon helpompaa ja nopeampaa, kuin muutosten tekeminen ohjelmalliseen prototyyppiin, joten suunnittelun aloittaminen paperiprototyypin avulla on hyvin järkevää sekä ajallisten, että rahallisten resurssien säästämiseksi. Säästöistä ei kuitenkaan aiheudu uhkaa tutkimuksen laadulle, sillä karkeiden prototyyppien on havaittu pystyvän tunnistamaan samoja ongelmia, kuin pidemmälle vietyjen toiminnallisten prototyyppien. (Virzi et al 1996)

Paperiprototyyppi eroaa käyttöliittymän rautalankamallista siten, että se sisältää pidemmälle suunniteltua sisältöä, kuin rautalankamalli. Paperiprototyypissä esitellään siis ikkunoiden tietosisältö sillä tasolla, kuin ne on todellisuudessa tarkoitus esittää, ei pelkästään paikkamerkillä kuten: ”tähän tulee tietoa tuotteen ominaisuuksista” (Snyder 2003, s.10) Näin siksi, että juuri tällaiset yksityiskohdat ja niiden esittäminen on ratkaisevassa asemassa järjestelmän lopullisen toimivuuden kannalta. Käyttäjien oletus siitä, mitä ”tieto tuotteen ominaisuuksista” on, saattaa erota suunnittelijan näkemyksestä ja mikäli tietoa ei esitetä yksityiskohtaisesti, sen riittävyyttä ei voida testata. Paperiprototypointi on nopein tapa mallintaa varhaisen vaiheen käyttöliittymäsuunnitelmia ja testata niiden toimintalogiikkaa sekä toimintojen ryhmittelyä.

Tässä työssä paperiprototyyppiä sovellettiin myös päiväkirjamaisen tutkimuksen apuvälineenä. Ensimmäisten käyttöliittymäkuvien valmistuttua paperiprototyypit annettiin mukaan muistiinpanoalustaksi suunniteltavan laitteen ajon yhteyteen. Näin käyttäjät pystyivät tarkistamaan uuden käyttöliittymäsuunnitelman toimintojen riittävyyden todellisessa käyttökontekstissa, ajon yhteydessä. Näin uudesta suunnitelmasta oli mahdollista saada tarkentavaa tietoa ja kehitysehdotuksia ilman suunnittelijan työpanosta, joka olisi tässä tapauksessa laitteen sijainnin huomioiden merkittävä. Kehitysideoiden kirjaaminen muistiin todellisen käytön yhteydessä puolestaan ei ole käyttäjille erityisen rasittavaa. Koska tässä tapauksessa tiedettiin, että käyttäjillä on suuri motivaatio kehittää laitetta, vaikutusmahdollisuuden tarjoaminen otettiin vastaan hyvin positiivisesti. Paperiprototyyppikuvat toimivat hyvänä muistiinpanoalustana, koska niistä näkee hel-

posti, mitä toimintoja suunnitelmaan on jo otettu mukaan ja muistiinpanot muutosehdotuksista voi tehdä suoraan prototyyppiin.

### 3.2.4 Fokusryhmähaastattelu

Fokusryhmähaastattelu on ryhmähaastattelun muoto, jonka tavoitteena on luoda turvalisessa ympäristössä ideoita ja kerätä osallistujilta näkemyksiä suunniteltavasta tuotteesta (Dillon, Barklay, 1997). Fokusryhmä on valitusta kohderyhmästä (tämän työn tapauksessa automaatio- ja ohjelmistosuunnittelijat) koostuva, 4-10-henkinen ryhmä, jonka vetäjänä haastattelija toimii. Haastattelija valmistelee sessiota varten kyselyrunгон, jonka pohjalta haastattelu etenee. Runkoon määritellään yleisluontoisia kysymyksiä tutkitavasta aiheesta.

Tarkoituksena ei ole seurata kysymysrunkoa orjallisesti, vaan enemmänkin käyttää sitä pohjana keskustelulle halutusta aiheesta. Runгон avulla on myös helpompi hallita keskustelun etenemistä, sekä varmistaa, että haastattelulla saadaan vastauksia juuri niihin kysymyksiin, joihin halutaan saada vastauksia. Tärkeää keskustelun onnistumisen kannalta on myös se, että ilmapiiri keskustelussa säilyy turvallisena, jotta kaikki osallistujat uskaltavat tuoda mielipiteensä esiin (Dillon, Barklay, 1997)

Fokusryhmähaastattelu tukee edellä esitettyjä menetelmiä hyvin. Usean asiantuntijan samanaikaisella haastattelulla voidaan varmistaa, että tehtävän vaiheet on mallinnettu oikein ja että tuotetut käyttöliittymäprototyypit sisältävät kaikki välttämättömät toiminnot ja että esitetty ratkaisuehdotus on mahdollinen ja järkevä toteuttaa.

### 3.2.5 Käytettävyyškysely SUS-menetelmällä

Suunnittelun tulosten varmentamiseen voidaan käyttää käyttäjien käyttökokemusta selvittävää SUS-käytettävyyškyselyä. SUS (System usability scale) on kymmenkohtainen kyselytutkimus, jossa käyttäjä antaa mielipiteensä käyttöliittymän käytettävyydestä kymmeneen väittämään vastaamalla. Käyttäjä vastaa väittämiin viisiportaisen asteikon avulla. Asteikon skaala on ”täysin eri mieltä” – ”täysin samaa mieltä.” Esitettävät väitteet koskevat käyttöliittymän käytön mielekkyyttä, käyttöliittymän monimutkaisuutta sekä käytön oppimisen vaikeutta. (Bangor et al, 2009, s.114.) Kysely valittiin käytettäväksi sen yksinkertaisuuden ja toimivuuden takia. Tullis ja Stetson havaitsivat eri kyselymenetelmiä verratessaan, että hieman yllättäenkin vertailuista menetelmistä yksinkertaisin SUS-menetelmä antoi yhden luotettavimmista tuloksista käytettävyyttä arvioitaessa. (Tullis, Stetson, 2004, s.7)

Kyselyn tuloksena saadaan arvio käyttöliittymän käytettävyydestä skaalalla 0-100, jossa 100 on paras mahdollinen tulos. SUS-kyselyn etuna on sen hyvä tarkkuus pienelläkin tutkimusotoksella. Koska käytettävyyksteissä otokset ovat usein suhteellisen pieniä, tarkkuus pienelläkin otosmäärällä on tärkeää. Lewis ja Sauro suosittavat otoksen mini-

mikooksi 12 testattavaa. Tämän otoskoon on havaittu johtavan 90-prosenttiesti oikeaan tulokseen (Levis, Sauro, 2009.)

SUS-menetelmän avulla voitiin varmentaa tässä työssä tehtävän suunnittelun toimivuus ja vertailla sitä vanhaan käyttöliittymään. Näin varmistuttiin siitä, että tavoite uuden käyttöliittymän ylivertaisuudesta vanhaan nähden toteutuu.

### **3.2.6 Heuristinen arviointi**

Heuristinen arviointi on asiantuntijamenetelmä, jonka avulla on mahdollista tunnistaa käyttöliittymän käytettävyyssongelmia ilman loppukäyttäjien osallistumista testaukseen. Arvioinnin tekee pieni määrä (mieluiten n. 5) käytettävyyden asiantuntijaa, jotka käyvät käyttöliittymän läpi ja arvioivat sen ratkaisuja tunnistettuihin käytettävyyssperiaatteisiin (heuristiikkoihin) tukeutuen. (Nielsen, 1992, s. 373).

Heuristisen arvioinnin vahvuus on siinä, että tutkimukset ovat osoittaneet, että jo viiden eri arvioijan tekemä heuristinen analyysi riittää paljastamaan 75% käytettävyysvirheistä (Nielsen, 2005b). Menetelmä on siis suhteellisen nopea ja edullinen toteuttaa. Tietenkin virheiden löytymistarkkuus on riippuvainen käytettävyyssiantuntijan yleisestä käytettävyyssosaamisen tasosta sekä erityisosaamisesta juuri tutkittavan aiheen käytettävyyssuunnittelusta.

Tässä työssä heuristista arviointia käytettiin soveltaen. Resurssien puitteissa tehtävästä suunnittelusta ei ollut mahdollista tehdä kattavaa usean asiantuntijan heuristista arviointia. Sen sijaan arviointia tehtiin jokaisen suunnitteluiteraation yhteydessä ja tehtävät suunnitteluratkaisut toteutettiin heuristiikkoihin perustuen.

Työssä käytettiin Nielsenin esittämää kymmenkohtaista heuristiikkalistaa, joka on esitelty tarkemmin luvussa 4.2.1. On olemassa lukuisia muitakin heuristiikkalistauksia, joita tässä työssä ei kuitenkaan käsitellä tarkemmin.



## 4 KÄYTTÖLIITTYMÄSUUNNITTELU LAMICAN OY:N JUOMAPAKKAUSLINJASTOON

Tässä luvussa esitellään työkalut ja alan kirjallisuudesta löytyvät suunnitteluohjeet, jotka tukevat käsillä olevien tutkimuskysymysten ratkaisua, tutkimuksen rajoitteet huomioiden. Painopiste työkalujen valinnassa oli tarve mahdollisimman ymmärrettävään visualisointiin ja tulosten dokumentointiin. Suunnitteluohjeet valittiin tukemaan automaatiotekniikan käytettävyyssuunnittelua kansainväliset kohdemarkkinat huomioiden.

### 4.1 Suunnittelutyökalut

Edellisessä luvussa esiteltyjen tutkimusmenetelmien tulokset täytyi muokata muotoon, jossa niiden tärkein sisältö välittyi suunnittelijoille mahdollisimman hyvin. Tulokset täytyi voida visualisoida niin, että uusi navigaatiologiikka oli helppo ymmärtää ja käyttöliittymä täytyi mallintaa graafisesti niin, että sen toteuttajien ei tarvinnut tulkita tekstistä ja arvailla mihin ratkaisuihin suunnittelussa on päädytty. Tähän oli tarjolla muutamia hyvin yksinkertaisia työkaluja.

#### 4.1.1 CMAP-tools

Työn yksi vaatimuksista oli tuottaa helppotulkintainen navigaatiokartta, josta käy ilmi näyttöhierarkia ja näyttöjen välinen navigaatiomalli. Tämän mallintamiseen oli tarjolla useita erilaisia mindmap- ja vuokaavio-ohjelmia, joista valittiin käytettäväksi CMAP-tools.

Vaihtoehtoisena ohjelmistona vertailussa oli nettiyritys yWorksin tarjoama Yed, joka periaatteessa olisi ollut lähes yhtä toimiva, kuin CMAP tools, mutta nopean käyttökokeilun perusteella CMAP oli käyttölogiikaltaan intuitiivisempi ja se tarjosi enemmän tärkeää toiminnallisuutta. Tärkeimpänä ominaisuutena mainittakoon mahdollisuus tallentaa käsitekartta suoraan HTML-tiedostoksi, jolloin käsitekartan yhteyteen on mahdollista linkittää näyttökuvia, sekä lisätietoja kustakin navigointipolusta tai käyttötapauksesta. Tämä esitystapa kokoaa suunnittelun tärkeimmät tulokset yhteen. Käyttöliittymän toteuttajat voivat tarkistaa kartasta helposti miten käyttöliittymän navigointilogiikka tulee rakentaa, mutta myös miltä toimintojen ryhmittelyn tulee näyttää.

#### 4.1.2 Induction automations – Cromi

Työtä aloittaessa oli määritelty, että käyttöliittymä toteutetaan Induction automationsin Cromi-ohjelmistolla. Ohjelmiston käyttö tässä työssä oli tarkistusluontoista. Työ ei sisällä Cromilla tuotettua toiminnallista käyttöliittymää. Suunniteltava käyttöliittymäkon-

septi tuli olla toteutettavissa Cromilla, joten työn aikana suunnitelmat varmistettiin myös Cromin käytön hallitsevien ohjelmistosuunnittelijoiden kanssa.

### 4.1.3 Muut työkalut

Suurin osa alustavista näyttökuvista toteutettiin perinteisellä luonnostelutekniikalla: kynällä paperille. Ennen kuin rautalankamalleista alettiin toteuttaa edes prototyypiversioita, niistä oli olemassa käyttöhenkilöstön kanssa yhteistyössä toteutetut periaatekuvat, joista kävi ilmi ainakin toimintoasettelun periaatteet, sekä se, mitkä toiminnot kuuluvat kunkin näyttötilan osaksi. Lopulliset näyttökuvat piirrettiin puhtaaksi Adobe Photoshop CS5:llä

## 4.2 Suunnitteluohjeet ja suuntaviivat

Tässä luvussa esitellään tarkemmin ne suunnitteluperiaatteet, joiden avulla käyttöliittymäsuunnittelu tehtiin. Ohjeet käsittelevät käytettävyyssuunnittelua. Käytettävyyssuunnitteluun löytyy useista lähteistä yleispäteviä ohjeita, joiden paikkansapitävyys on osoitettu lukuisia kertoja. Nämä ns. käytettävyyden heuristiikat kertovat, kuinka käyttäjät yleisesti havainnoivat käyttöliittymää ja miten eri asiat assosioidaan yhteenkuuluviksi. Heuristiikat antavat hyvät suuntaviivat siihen, minkälaiset ratkaisut on havaittu yleisesti toimiviksi ja siksi niitä kannattaa noudattaa tämänkin projektin osana.

### 4.2.1 Käytettävyysheuristiikat

Käytettävyysheuristiikat ovat periaatteita, jotka ovat muodostuneet vuosien varrella käytännön kokemuksen lisääntyttyä käyttöliittymäsuunnittelussa. Onnistuneista suunnitteluratkaisuista ja niiden tuottamisesta on pyritty tunnistamaan tekijöitä, jotka ovat johtaneet onnistuneeseen lopputulokseen. Näitä heuristiikkalistauksia on olemassa useampia ja ne sisältävät jopa tuhansia ohjeita, jotka hyödyttävät suunnittelua jossain määrin. Tässä työssä käytetään Jakob Nielsenin esittämää kymmenen käytettävyysheuristiikan listaa. Nielsenin esittelemä listaus on otettu mukaan tähän työhön sen tiiviyn ja toimivuuden vuoksi. Nielsenin listausta pidetään alalla korkeassa arvossa.

Nielsenin kymmenen käytettävyysheuristiikkaa:

- Järjestelmän tilan näkyväksi tekeminen: käyttäjän tulee aina tietää missä tilassa järjestelmä kullakin hetkellä on
- Järjestelmän ja todellisen maailman yhteys: järjestelmässä tulee käyttää kieltä ja symboliikkaa, jotka ovat käyttäjälle tuttuja.
- Käyttäjän kontrolli ja vapaus: käyttäjät valitsevat usein vahingossa vääriä toimintoja, joten selvästi merkitty toiminnon kumoaminen ja navigointiaskeleissa taaksepäin siirtyminen on tehtävä mahdolliseksi
- Johdonmukaisuus ja standardien noudattaminen: järjestelmän tulisi toimia johdonmukaisesti samalla tavalla riippumatta siitä, missä järjestelmän osassa liikutaan.

- Virheiden torjuminen: suunnittelu tulee tehdä niin, että virheiden tekeminen ei olisi mahdollista.
- Tunnistus on helpompaa, kuin muistaminen: vähennä muistin kuormitusta teke-mällä toiminnoista, navigoinnista ja vaihtoehtoista näkyviä. Käyttäjältä ei saa vaatia eri järjestelmän osassa tapahtuvan toimintojen ja tiedon muistamista.
- Käytön tehokkuus ja joustavuus: kehittyneelle käyttäjille tulisi tarjota mahdolli-suus oikoteiden käyttämiseen. Niitä ei tarvitse näyttää aloittelijakäyttäjälle.
- Estettisyys ja minimalistinen suunnittelu: Näytöissä ei tule olla tietoa ja toimin-toja, jotka ovat tarpeettomia, tai joita tarvitaan vain harvoin. Jokainen ylimääräi-nen tietoyksikkö kilpailee huomiosta tärkeän tiedon kanssa ja tekee tärkeästä tiedosta vaikeammin havaittavaa.
- Auta käyttäjiä tunnistamaan, diagnosoimaan ja palautumaan virheistä: virheil-moitukset tulisi antaa selkokielellä ja niiden pitäisi tarjota käyttäjälle toimintaoh-jeita virheen poistamiseksi
- Apu ja dokumentaatio: parhaassa tapauksessa järjestelmän käyttö olisi mahdol-lista ilman käyttöohjetta. Jos sitä kuitenkin tarvitaan, ohjeet pitäisivät olla hel-posti etsittävässä, niiden pitäisi keskittyä käyttäjän tehtäviin (esitellään luvussa 5.5) ja niissä pitäisi tarjota konkreettinen, vaiheittainen toimintalista.

(Nielsen, 2005)

Käyttöliittymän suunnittelu perustui hyvin pitkälti näiden periaatteiden soveltamiseen. Myös vanhaa käyttöliittymää arvioitiin heuristiikkoihin pohjautuen ja ne toimivat tuke-na tärkeimpien ongelmien tunnistamiselle. Varsinaista heuristista analyysiä työssä ei kuitenkaan tehty.

Sinkkonen et al. nimeää kirjassaan hyvin heuristiikkoja noudattavia tapoja, joilla suun-nittelija voi tukea käyttäjän tavoitteita. Myös näitä ohjeita noudatettiin suunnittelua to-teutettaessa.

#### **Miten auttaa käyttäjää**

- Jos käyttäjä joutuu tekemään muita, kuin rutiinivalintoja hän toiminee kontrol-loidussa tilassa. Näytä silloin vaihtoehdot selvästi. Jos mitään valintoja ei tarvi-ta, vaan on vain yksi tapa edetä, mieti voisiko kone tehdä sen käyttäjän puolesta
- Huolehdi siitä, että eteneminen oikeaan suuntaan on näkyvissä. Huolehdi, että käyttäjä saa aina toiminnostaan jonkin vasteen.
- Kaikissa toimintovaiheissa olisi oltava selvä aloituskohta, suoritusvaihe ja lope-tusvaihe ennen seuraavaan vaiheeseen siirtymistä. Käyttäjän pitää havaita sel-västi vaiheen alku ja loppu.

(Sinkkonen et al, 2002, s. 74)

Myös kansainväliseen suunnitteluun on olemassa suunnitteluohjeita, jotka ovat pak-kauslinjan kansainväliset kohdemarkkinat huomioiden tärkeitä vihjeitä siihen, miten yleisimmät käytettävyydsvirheet voidaan välttää. Näitä käsitellään seuraavassa luvussa.

### **4.2.2 Internationalisointi ja lokalisointi**

Pakkauslinjan tärkein kohdemarkkina oli työtä tehtäessä ensisijaisesti Kiinasta. Koska laitteen maantieteellisinä kohdemarkkinoina on kuitenkin koko maailma, laitteen toi-mintojen internationalisointiin ja lokalisointiin tuli kiinnittää erityistä huomiota. Interna-

tionalisointi on prosessi, jossa varmistetaan teknologisella ja suunnittelutasolla, että tuote on helposti lokalisoitavissa. Internationalisointi helpottaa tärkeimmän sisällön tunnistamista ja prosessien määrittelyä, jotta ne on helposti muokattavissa lokalisoinnin tarpeita ajatellen. (Aykin, 2008, s.5.) Tämä tarkoittaa sitä, että käyttöliittymä suunnitellaan sellaiseksi, että kulttuurisensitiivisen informaation (esimerkiksi ohjetekstien ja symbolien) vaihtaminen kulttuurikohtaisesti on mahdollisimman helppoa. Lokalisointi puolestaan on prosessi, jossa tuotteesta muokataan sopiva tietylle markkina-alueelle. Lokalisoinnin tarkoituksena on tehdä tuotteesta mahdollisimman hyvin käytettävä kohdekulttuurin ominaispiirteet huomioiden. (Aykin, 2008, s.5.)

Käyttöliittymien merkitysten tulkinta on hyvin vahvasti kulttuurisidonnaista. Del Galdo ja Nielsen esittelevät tietokoneen lähettämien viestien merkinnän kulttuurivaikutteista tulkitsemista seuraavasti:

Ihminen ymmärtää tietokoneen hänelle välittämän viestin kolmessa vaiheessa:

- 1) Havainnointi**, (väri ja muoto.) Ts. Ihminen tulee tietoiseksi, että ruudulla tapahtuu jotain. Joko omaehtoisesti, tai järjestelmän aloitteesta. Tulkinta on intuitiivista. Ts. Käyttäjä havainnoi esimerkiksi, että esitetty luettelo onkin kirjoitettu punaisella värillä.
- 2) Semanttinen assosiaatio** (kieli, metaforat.) Havaittu yksityiskohta saa merkityksen aikaisemman kokemuksen ja tiedon perusteella. Esimerkiksi punainen teksti assosioituu varoitukseksi (länsimaaisessa kulttuurissa)
- 3) Looginen päättely** (logiikka, sosiaaliset normit.) Tässä vaiheessa käyttäjä järkeilee, miten esitettyä tietoa pitäisi käyttää ja mistä esitetty tieto on syntynyt. (Del galdo, Nielsen, 1996 s. 108-112)

Kulttuurin vaikutukset näihin vaiheisiin:

- 1) Havainnointi:** Vähiten kulttuurisidonnainen. Havainnointi on ihmisille suhteellisen universaali toiminto. Kulttuuri vaikuttaa siihen vain hyvin vähän.
- 2) Semanttinen assosiaatio:** Enemmän altis kulttuurin aiheuttamille tulkinnoille. Tähän voidaan vaikuttaa ikonien väreillä, muodolla, päivämääräformaateilla jne. Eri kulttuurit assosioivat värit eri tavalla. Myös tekstin lukusuunta on kulttuurisidonnaista.
- 3) Looginen päättely:** eniten kulttuurisidonnainen tulkinnan vaihe. Kognitiiviset toiminnot ovat hyvin pitkälti alisteisia kulttuurille ja sosiaalisille normeille. (Del galdo, Nielsen, 1996 s. 108-112)

Nämä tekijät on tärkeää tiedostaa käyttöliittymän suunnitteluratkaisuita arvioitaessa. Pohjimmiltaan tavoitteena on vähentää loogisen päättelyn tarpeen määrää tarjoamalla käyttöliittymässä käyttäjille helposti tunnistettavia toimintasekvenssejä, jotka tukevat päätöksentekoa ja vähentävät tulkinnan tarvetta. Koko käyttöliittymän suunnitteleminen täysin universaalisti tulkittavaksi on käytännössä mahdotonta, joten yksityiskohtien tasolla käyttöliittymissä tulee olla eroja eri kulttuurialueille suunnattujen ratkaisuiden välil-

lä. Internationalisointia ja lokalisointia käsittelevässä kirjallisuudessa on kattavia suunnitteluohjelistauksia, joista on juuri tämäntyyppisessä käyttöliittymäsuunnittelussa merkittävästi hyötyä.

Kirjallisuudesta poimittuja internationalisoinnin suunnittelusääntöjä:

- Älä upota tekstiä osaksi ikonigrafiikkaa. Tämä pakottaa suunnittelemaan koko ikonin uudestaan pelkästään tekstin kääntämisen sijaan.
- Jätä myös tekstille ylimääräistä tilaa kääntämistä varten. Käännetty teksti on usein merkittävästi pidempi, kuin alkuperäinen. Nyrkkisääntönä voidaan pitää minimissään 30% laajennusvaraa.
- Käytä välilehtiä rajoittaaksesi sivulla näkyvän informaation määrää.
- Käytä symboleja ja ikoneja tekstin sijaan
- Käytä universaalisti tunnistettavia objekteja. Esimerkiksi stop-merkki (Aykin, 2008 s.22, s.31)

Eri väreillä on vahvasti eri merkitys eri kulttuureissa. Koska yksi tärkeä juomapakkaukslinjan kohdemaana on Kiina, seuraavassa on esitetty värien merkitys kiinalaisessa kulttuurissa Aykinin mukaan.

- Punainen – hyvä onni, menestys, onni, avioliitto
- Sininen – kuolemattomuus, taivas, syvyys, puhtaus
- Keltainen – pyhä, keisarillinen, kunnia
- Vihreä – perhe, harmonia, terveys, rauha, elämä, nuoruus, energia, kasvu
- Valkoinen – Suru, kuolema, puhtaus
- Musta – pahat vaikutteet, tieto, suru
- Violetti – varakkuus, glamour
- Oranssi – keveys ja lämpö

(Aykin, 2008, s. 47)

Globalization group inc esittelee kotisivuillaan vielä tätä tarkemman jaottelun värien merkityksestä eri kulttuureissa. Taulukkoon 1 on kerätty eri värien merkityksiä juomapakkaukslinjan tärkeimpien kohdekulttuurien: kiinalaisen ja länsimaisen kulttuurin värien tulkintoja.

**Taulukko 1 Värien merkitykset eri kulttuureissa (Globalization group, 2012)**

Väri	Länsimainen tulkinta	Kiinalainen tulkinta
Punainen	Vaara, rakkaus, intohimo, innostuneisuus, uhraus, pysäytys	Juhlinta, hyvä onni, onnellisuus, pitkä elämä
Keltainen	Toivo, onni, pelkuruus, heikkous, vaara, taksit, lämpö	Ylhäisyys, ravitsevuus
Vihreä	Ympäristötietoisuus, kevät, uudelleensyntymä	Noituus, uskottomuus
Sininen	Rauhallisuus, puhtaus	Kuolemattomuus
Violetti	Kuninkaallisuus	Aateliisuus

Huomioitavaa kuitenkin on, että kulttuurillisten tulkintojen lisäksi on olemassa kansainvälisiä koneiden ohjauslaitteiden väristandardia, joiden käyttäminen varsinkin merkinantolaitteiden ja hallintalaitteiden yhteydessä on täysin perusteltua vaikka väreihin liittyisikin ns. ei-toivottuja kulttuurillisia merkityksiä. Punaista on täysin perusteltua käyttää hätäpysäytyspainikkeen värinä, vaikka se symboloikin kiinalaisessa kulttuurissa juhlia ja onnea. Tätä väristandardia käsitellään tarkemmin luvussa 7.2.1.

### 4.2.3 Grafiikan käyttö navigoinnin tukena

Yksi Lamican Oy:n asettamista tavoitteista oli käyttöliittymän toiminnallisuuden esittäminen aikaisempaa enemmän symbolien avulla. Grafiikan käyttö on perusteltua koska

- Se vähentää tarvetta eri versioille tuotteesta. Tarvittavan kieliosaamisen määrä vähenee.
- Käännöskustannukset vähenevät. Vähemmän tekstiä, vähemmän käännettävää.
- Oppimisen helpottuminen. On helpompi nähdä ja ymmärtää, kuin lukea, tulkita ja ymmärtää. Kuvat ovat helpommin muistettavissa.
- Se tukee ymmärrystä. Käyttäjät, jotka käyttävät järjestelmää muilla kielillä, kuin omalla äidinkielellään tukeutuvat grafiikkaan hyvin vahvasti. Grafiikka auttaa paikkaamaan tulkinnan puutteita.
- Silloin käytetään hyväksi jo olemassa olevaa symbolikirjastoa. Elokuvien, internetin ja television ansiosta on olemassa yhä kasvava reservi kuvia, joiden merkitys ymmärretään kansainvälisesti.

(Aykin, 2008, s. 158)

Symbolien ja grafiikan suunnittelu on valtavan haastavaa ja aikaa vievää työtä, eikä tämän diplomityön tavoitteena ollut tuottaa täysin valmista graafista suunnittelua. Kuitenkin, perusteltu esitys käytettävästä grafiikasta ja värimaailmasta lisäävät työn arvoa merkittävästi, joten myös näiden suunnitteluun käytettiin työn loppuvaiheessa aikaa.

## 5 ENTISEN KÄYTTÖLIITTYMÄN TUTKIMINEN

Lamican Oy:n juomapakkauslinjasta oli olemassa tämän työn kirjoittamisen aikana toimiva tuotantolaite, johon perustuen tämän työn käyttäjätutkimus tehtiin. Uusi järjestelmä eroaa tekniikaltaan vanhasta järjestelmästä merkittävästi, mutta tuotantoprosessi ja sitä kautta käyttäjien tavoitteet käytön kannalta ovat oleellisilta osin samat uudessa ja vanhassa linjassa. Tämän vuoksi tarpeiden, tehtävien ja tavoitteiden kartoittaminen vanhaa järjestelmää tutkimalla oli järkevää. Tutkimukseen liittyi kuitenkin se ongelma, että aktiivisessa käytössä olevat juomapakkauslinjat sijaitsivat tutkimusta tehdessä Kiinassa, eikä linjan varsinaisten käyttäjien tutkiminen ollut tämän työn resurssien rajoissa mahdollista. Tämän sijaan tutkimus tehtiin Lamican Oy:n toimitiloissa suunnittelijoiden ja käyttöönnottajien avulla tiedostaen koko ajan, että tutkimukseen osallistuvat henkilöt eivät edustaneet loppukäyttäjryhmää. Tämä huomioitiin tekemällä mahdollisimman selvä ero siihen, mitkä toiminnot ja tavoitteet liittyivät loppukäyttäjän toimintaan ja mitkä käyttöönnottajien ja huollon toimintaan.

Suomessa, tarkemmin Toholammin kunnassa, sijaitsee yksi testikäytössä oleva juomapakkauslinja, jolla tehtiin työtä kirjoittaessa säännöllisesti täyttöajoja. Näitä ajoja ohjasivat Lamican Oy:n työntekijät. Tutkimuksen osana seurattiin varsinaista täyttöajoa kahden päivän ajan, ja vaikka näiden seurantojen käyttäjät eivät olleetkaan linjan operaattoreita, seurannalla saatiin arvokasta tietoa siitä, minkälaisia yksityiskohtia ja ongelmia linjan todelliseen käyttöön liittyi ja mitkä toiminnot ovat välttämättömiä perusajon kannalta.

Tutkimus tehtiin luvussa 3.2 esitetyillä käytettävyystudkimuksen menetelmillä iteratiivisesti. Testihenkilöstön jatkuva saatavuus mahdollisti ratkaisuiden arvioinnin nopeasti, koska erillisiä testikäyttäjiä ei tarvinnut rekrytoida. Tästä johtuen iteratiivinen suunnittelu oli helppoa, koska asiantuntevien kommenttien saaminen käyttöliittymän sisällön ja tehtävien mallintamiseen ja myöhemmin tehtyihin suunnitteluratkaisuihin oli nopeaa. Seuraavissa luvuissa esitellään tutkimuksen lähtökohdat, koneen toimintaperiaate, ulkoinen ilme, käyttäjien tavoitteet sekä järjestelmään liittyvä käytettävyysongelmat.

### 5.1 Lähtökohdat ja rajoitteet

Työtä aloitettaessa juomapakkauslinjan uuden prototyypin suunnittelu oli jo aloitettu. Päätöksiä laitteen rakenteesta, toiminnoista, elektroniikasta ja mekaniikasta oli siis jo olemassa. Käyttöliittymäsuunnittelun kannalta merkittävin jo tehty päätös oli näyttölaitteen toimittajan, näytön koon ja mallin valinta. Niin ikään oli päätetty, että uudessa lin-

jassa käytetään kahden erillisen ohjausyksikön sijasta vain yhtä, jonka osaksi kaksiosaisen koneen molempien osien ohjaaminen liitetään.

### 5.1.1 Valitun näyttölaitteen ominaisuudet

Lamican Oy oli päätynt eri näyttölaitteiden arvioinnin jälkeen Beckhoffin tarjoamaan 19-tuumaiseen resistiiviseen kosketusnäyttöön. Tämän vuoksi eri näyttöpaneelivaihtoehtoja ei vertailla tässä työssä. Vanhassa linjassa sekä tölkkikoneella, että täyttökoneella oli omat erilliset näyttöpaneelit kytkimineen, mutta koska tavoitteena on tehdä uudesta linjasta mahdollisimman pitkälle sellainen, että tarvittaessa sitä voitaisiin ohjata yhden operaattorin toimesta, uudessa koneessa näyttölaitteita on vain yksi. Tähän näyttöön on yhdistetty molempien koneiden toiminnot ja kytkimet. Valittu näyttöpaneeli on esitelty kuvassa 2.



Kuva 2 Valittu näyttölaite

Näyttölaitteen yhteyteen kuuluu 20-näppäiminen kytkinpaneeli, jonka toiminnot määritellään lopullisesti luvussa 6.2.1. Aikaisemmasta poiketen toimintoja ei enää siis ohjata keinukytkimillä, vaan erillisillä on ja off näppäimillä. Näppäimet on varustettu signaali-valolla ja ne on mahdollista merkitä yksilöllisesti. Tehtäväanalyysin keinoilla oli mahdollista tunnistaa toiminnot, jotka on tärkeää sijoittaa näppäimiin. Perusteena sijoittamiselle toimii tällöin vaatimus siitä, että toimintojen pitää olla aina helposti saatavilla (automaatiotekniikan käytettävyyssuunnittelua käsitelleen luvun mukaisesti).

**Näyttö toimii resistiivisellä kosketusnäyttötekniikalla, mikä on linjan käyttöympäristön kannalta ainoa mahdollinen toimiva kosketusnäyttötekniikka.** Näin siksi, että linjan operaattorit toimivat suuren osan ajasta kumihansikkaat kädessä, mikä tekee kapasitiivisen kosketusnäytön käytöstä hankalaa. Tähän on kiinnitettävä huomiota, mikäli näyttölaitteen toimittaja aikoo vaihtaa käytössä olevaa tekniikkaa esimerkiksi mahdollistaakseen monikosketusohjauksen. Tästä ei olisi Lamican Oyn juomapakkauslinjan tapauksessa mitään lisäetua, mutta näyttötekniikan vaihtaminen resistiiviseen söisi merkittävän osan kosketusnäytön käytön intuitiivisuuden eduista.



Laitteen käyttökonteksti on suhteellisen puhdas, joten näyttöpaneelia ei ole tarpeen suojata esimerkiksi pölyltä. Käyttökontekstissa käsitellään kuitenkin sokeripitoisia, tahmaavia aineita, joten näyttölaitetta testattaessa pitää huomioida myös näppäimistöpaneelin puhdistettavuus. Työtä tehtäessä paneelia ei ollut vielä käytettävissä, joten tätä ei voitu testata.

## 5.2 Laitteen käyttäjäryhmät

Uudella juomapakkauslinjalla on kolme osaamistasoltaan ja tavoitteiltaan merkittävästi toisistaan eroavaa käyttäjäryhmää: **operaattorit**, **lähitukihenkilöt** ja **huoltohenkilöt**. Laitteen huoltohenkilöstö oli suunnittelua tehdessä täysin suomalainen ja se koostui laitteen käyntiin ajajista ja automaattiosuunnittelijoista. Operaattorit sen sijaan sijaitsivat linjan kansainvälisistä markkinoista johtuen ympäri maailmaa, mikä vaikutti käyttöliittymäsuunnittelun vaatimuksiin merkittävästi.

Tärkein vaatimus oli, että operaattorille ei tule näyttää toimintoja, joiden käyttäminen ei kuulu hänen osaamisvaatimuksiinsa. Ylimääräiset toiminnot vaikeuttavat operaattorille relevanttien tavoitteiden saavuttamista ja pahimmassa tapauksessa saavat aikaan vahinkoa koneen toiminnalle. Tämän vuoksi oli tärkeää, että laitteessa on erilliset käyttötilat operaattorille ja huollolle. Lähitukihenkilön käyttöoikeudet asettuvat johonkin huollon ja operaattorin välille. Voi olla mahdollista, että lähitukihenkilön pääsyä kaikkiin huoltotoimintoihin ei kannata tarjota. Käyttäjäroolin valintatapa esitellään luvussa 6.5.1. Eri käyttäjäryhmien osaamistaso ja tärkeimmät tavoitteet on esitetty seuraavissa luvuissa.

### 5.2.1 Operaattori

Uuden juomapakkauslinjan operaattorina toimii suhteellisen matalasti koulutettu tehdashenkilöstö, joka on koulutettu toimimaan yksinkertaisimmissa tekniikan kanssa tapahtuvissa tehtävissä. Operaattorin tulee tuntea järjestelmän tärkeimmät käyttötoiminnot, yleisimpien häiriöiden poistaminen, sekä järjestelmän peruskäyttö yleisesti. Operaattori ei saa koskea järjestelmän parametreihin, eikä huoltotoimintoihin. Operaattoreiden kielitaidon tiedetään olevan suhteellisen alhainen, eikä tällä hetkellä yksikään asiakasyritysten oma operaattori käytä järjestelmää omalla äidinkielellään. Tämä asettaa vaatimuksia järjestelmän suunnittelulle kielen, sekä käytettyjen symbolien osalta.

### 5.2.2 Lähitukihenkilö

Lähitukihenkilö on uuden järjestelmän käyttöönoton myötä prosessiin mukaan tuotava henkilö, joka on koulutettu tunnistamaan ja korjaamaan linjan vikatiloja paremmin, kuin operaattori. Lähitukihenkilö on siis Lamicanin kouluttama asiakasyrityksen oma työntekijä, jonka avulla laitteen pienet huoltotoiminnot voidaan tehdä nopeasti. Lamicanin oman huoltohenkilöstön paikalle saaminen ei ole mahdollista nopealla aikataululla. Vanhaa järjestelmää käyttävillä asiakkailla ei työtä kirjoitettaessa ollut käytettävissään lähitukihenkilöä.

### 5.2.3 Huoltohenkilö

Huoltohenkilöstö tuntee laitteen läpikotaisin joko ohjelmisto- sähkötekniikka- tai mekaniikkatasolla työtehtävästä ja koulutuksesta riippuen. Huoltohenkilöstö käyttää järjestelmää pääasiassa käyttöönoton yhteydessä asettamalla jokaisen linjan toimintakuntoon. Tämä tarkoittaa yksittäisten komponenttien parametrien asetusta kohdalleen, sekä eri komponenttien yhteen toimivuuden varmistamista.

Huoltohenkilöstö tarvitsee työssään kehittyneempiä toimintoja, kuin operaattorit ja lähitukihenkilöt.

Koska huoltohenkilöstö on teknisesti paljon osaavampaa ja koulutetaan tuntemaan laite paljon tarkemmin, voidaan olettaa, että huoltohenkilöstö pystyy käyttämään monimutkaisempia toimintoja, kuin operaattori. Tästä johtuen laitteen huoltotoimintojen hiominen on laitteen kaupallisen menestyksen kannalta vähempiarvoinen suunnittelukohde, johon pitää kuitenkin myös kiinnittää huomiota.

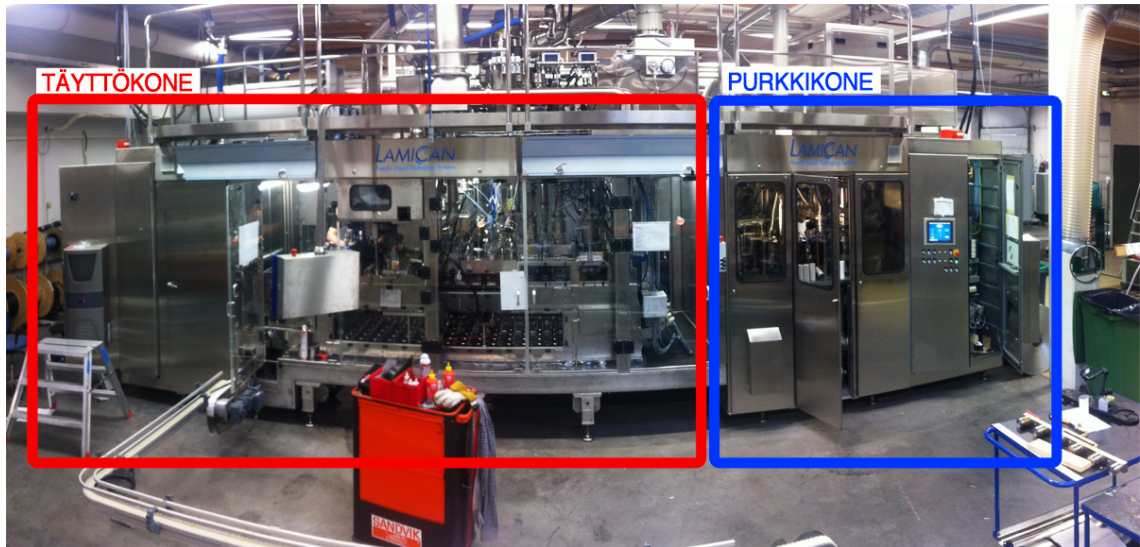
Huoltohenkilöstöön kuuluu myös automaatio suunnittelijoita, joiden tehtävä on varmistaa koneen automaatiojärjestelmän ohjelmistojen toimivuus. Linja on internetin välityksellä yhteydessä automaatio suunnittelijoiden tietokoneisiin, joten koneen parametreja voidaan muuttaa ja ohjelmistoa päivittää myös etänä.

## 5.3 Laitteen käyttökonteksti

Juomapakkauslinjaa käytetään elintarviketuotantostandardit täyttävässä tehdastilassa. Tämä tarkoittaa sitä, että tilassa ei ole käyttöä haittaavaa pölyä ja likaa, mutta myös sitä, että tila on jossain määrin meluisa. Hygieniasäännöksistä johtuen käyttäjien oletetaan käyttävän suurimman osan ajasta suojahansikkaita, mikä, kuten luvussa 5.1.1. todettiin, asettaa vaatimuksia käytettävälle kosketusnäyttöteknologialle. Laitteen käyttökonteksti on suhteellisen puhdas, joten esimerkiksi pölyyntymisen esto ei ole käyttöliittymässä oleellinen tarve. Laitetta käsittelevä henkilöstö käsittelee myös toisinaan tahmeita aineita, jotka saattavat tarttua näyttöön ja näppäimistöön. Siksi näiden tulee olla helposti puhdistettavissa.

## 5.4 Entisen pakkauslinjan toimintaperiaate

Lamican Oy:n suunnitteleman pakkauslinjan tarkoituksena on tuottaa sylinterinmuotoisia, 250ml vetoisia juomapakkauksia. Linja pystyy pakkaamaan sokerittomia ja sokerillisia nesteitä, maito- sekä alkoholituotteita, sekä tuotteita, joiden joukossa on kiinteämpiä aineita, kuten hedelmälihaa. Linja on mahdollista myös muokata tuottamaan suurempia tai pienempiä pakkauskokoja, mutta tämä vaatii laitteiston mekaniikan säätöä. Pääsääntöisesti yhdellä linjalla ajetaan yhtä pakkauskokoa. Kuvassa 3 on esitelty vanhan linjan ulkonäkö.



Kuva 3 Lamican Oy:n pakkauslinja

Täyttölinjan perustoiminnallisuus on jaettu kahteen osaan: tölkkikoneeseen ja täyttökoneeseen. Tölkkikoneen tehtävä on muokata laminoidusta kartongista valmis tölkki (ilman pohjaa) ja syöttää se täyttökoneen makasiiniin täyttöä odottamaan. Täyttölinja puolestaan syöttää purkkeja askeleittain etenevälle lamelliketjulle kuuden tölkin riveihin. Lamelli siirtää ylösalaisin käännetty purkit pykälä kerrallaan linjan eri asemille, joista suurimmalla osalla purkille tehdään joku täyttösekvenssin vaatima toiminto. Koko prosessin yksinkertaistettu vaiheistus on seuraavanlainen

#### **Tölkkikone**

- Rungon leikkaus
- Kannen leikkaus
- Materiaalin muotoilu sylinteriksi
- Kannen kiinnitys
- Siirto täyttökoneen makasiiniin (tai hylkyyn)

#### **Täyttökone**

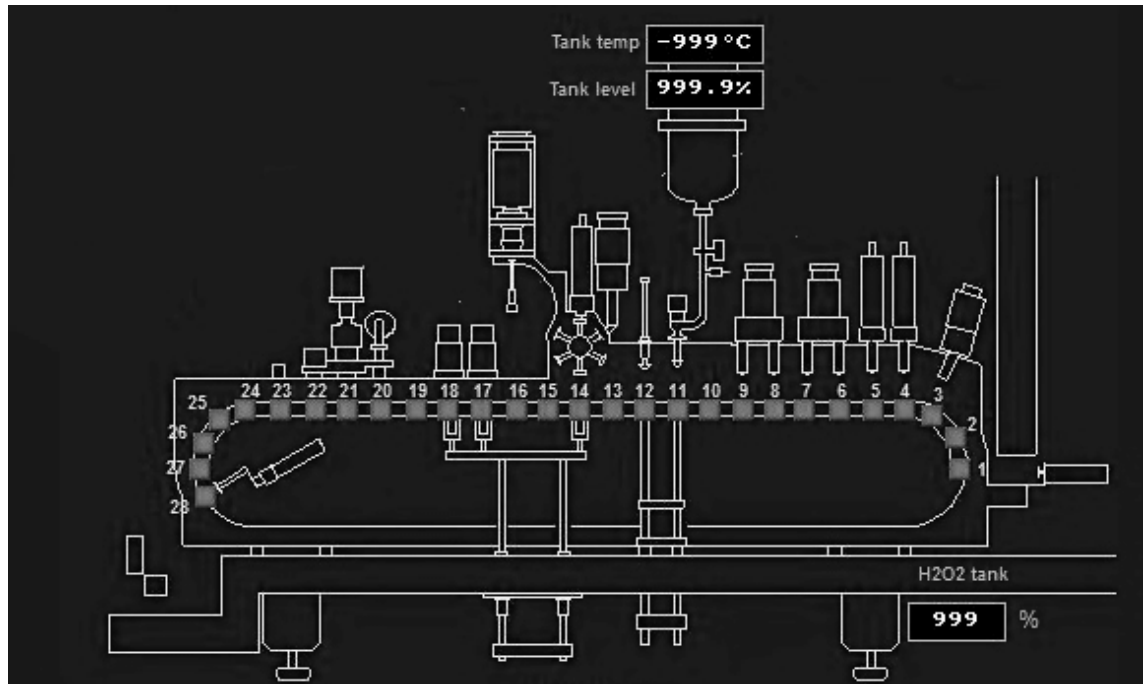
- Tölkin siirto lamellille
- Tölkin sterilointi vetyperoksidilla
- Tuotteen annostelu
- Vaahdon poisto
- Pohjan leikkuu, sterilointi ja kiinnitys
- Valmiin tölkin siirto ulostulokuljettimelle

Täyttökoneessa asemia on yhteensä 28, joista kymmenellä purkille ei suoriteta mitään toimintoa. Kaikki suoritettavat toiminnot asemanumeroineen on esitetty seuraavassa.

- 1 sisäänotto
- 3 tölkin esilämmitys
- 4 ja 5 Tölkin sterilointi
- 6-9 Vetyperoksidin haihdutus
- 11 tuotteen annostelu
- 12 ylimääräisen vaahdon imu

- 14 pohjan nouto ja asennus, pohjan sterilointi, peroksidin haihdutus
- 17 ja 18 pohjan saumaus
- 20 pohjan taiton esilämmitys
- 21 pohjan taitto
- 22 jälkisaumaus
- 23 pohjan mittaus
- 28 tölkin poisto

Havainnekuva laitteen rakenteesta on esitelty kuvassa 4



Kuva 4 Täyttökoneen toiminta

Asemien toimintaa ohjataan antureilla. Anturit monitoroivat kunkin toiminnon onnistumista ja ilmoittavat mahdollisista virheistä. Virheistä ilmoitetaan kuvan 4 mukaisessa diagrammissa. Punaiset virhemerkit eivät kuitenkaan vielä kerro, minkälainen ongelma on kyseessä. Jokaisen aseman toimintaa ohjataan esiasetetuilla parametreilla (lämpötila, täyttömäärä), jotka asetetaan kohdalleen linjaa käyttöönotettaessa. Operaattorilla ei ole mahdollisuutta muuttaa näitä parametreja. Muutokset tehdään huoltotoimintona ja ne voidaan ajaa koneeseen tarvittaessa etäohjauksella.

#### 5.4.1 Toimintatilat

Pakkauslinjan molemmilla koneilla on eri toimintatiloja, jotka vaikuttavat siihen, mitä toimintoja koneilla voi suorittaa. Koneet toimivat yhteen, mutta toimintatilat ovat pääasiassa erillään toisistaan. Ainoastaan päävirran kytkeminen vaikuttaa molempiin koneisiin samanaikaisesti. **Tölkkikoneen toimintatilat ovat seuraavat:**

- **Pois päältä.** Koneen sähkövirta on katkaistu pääkytkimestä. Nykyisessä järjestelmässä molemmissa koneissa on sama pääkytkin.

- **Valmiustila.** Koneen virta on päällä, mutta sen servot, asemakohtaiset työkalut odottavat tölkkimateriaalin sisäänsyöttöä, lämmittimet eivät ole päällä.
- **Tuotannon valmistelu.** Koneen virta on päällä, servot, työkalut ja lämmittimet ovat päällä, mutta tölkkimateriaalia ei vielä syötetä koneeseen.
- **Tuotanto.** Kaikkia koneen toimintoja ajetaan ja kone syöttää purkkeja joko täytökoneen makasiiniin tai suoraan poistoon.
- **Häiriö.** Koneen tuotanto on pysäytetty joko käyttäjän, tai automatiikan toimesta. Servot eivät pyöri, työkalut on pysäytetty ja lämmittimet eivät lämmitä. Operaattorin tulee paikallistaa ja poistaa häiriön aiheuttaja.

#### Täyttökoneen toimintatilat ovat seuraavat

- **Pois päältä.** Sähkövirta katkaistu pääkytkimestä.
- **Tuotannon valmistelu, ei steriili.** Koneen virrat ovat päällä ja lämmittimet toimivat. Koneen steriloinnista on kulunut yli 24h joten se ei vielä ole tuotantovalmiustilassa. Steriiliystila voidaan menettää muistakin syistä. Esimerkiksi puhallinten pysähtyessä.
- **Tuotannon valmistelu, steriili.** Sama kuin edellinen, mutta kone on steriilissä tilassa.
- **Pesu.** Kone käy läpi pesusekvenssiä.
- **Sterilointi.** Kone käy läpi sterilointisekvenssiä.
- **Tuotantovalmius.** Kone on steriilissä tilassa ja sen kaikki moottorit on kytketty päälle. Tuotanto voidaan kytkeä päälle.
- **Tuotanto.** Koneeseen syötetään purkkeja makasiinista ja koneen asemat suorittavat tehtäviään.
- **Häiriö.** Koneen tuotanto on pysäytetty joko käyttäjän, tai automatiikan toimesta. Servot eivät pyöri, työkalut on pysäytetty, lämmittimet ovat edelleen päällä. Operaattorin tulee paikallistaa ja poistaa häiriön aiheuttaja.

Seuraavissa luvuissa esitellään tarkemmin koneen käytön kannalta tärkeimmät tehtävät ja käyttäjien toiminta niiden aikana.

#### 5.4.2 Käyttöönotto ja huolto

Laitteen elinkaari alkaa käyttöönotolla, jossa koneen mekaniikka ja sähkötekniikka kootaan ja koeajetaan ensimmäisen kerran. Jokaisen yksittäisen servon, I/O:n (input/output) ja työkalun toiminta testataan ja hienosäädetään erikseen. Tässä vaiheessa huoltohenkilöstö tarvitsee monia yksityiskohtaisia toimintoja, joilla voidaan ohjailla järjestelmän osia erikseen. Tätä varten järjestelmästä löytyy manuaaliajotoiminto kaikille järjestelmän tärkeille liikkuville osille. Tämän lisäksi järjestelmästä löytyy tarpeellisiksi havaittuja toimintoyhdistelmiä (service tools), joiden avulla huoltohenkilö pystyy suorittamaan erilaisia testiajoja.

Käyttöönoton jälkeen huollon tehtävänä on ratkaista koneen käytön aikana syntyviä ongelmia, joiden poistamiseen operaattoreiden tai lähitukihenkilöiden ammattitaito ei riitä. Näitä ongelmia ratkotaan joko muuttamalla koneen parametreja etäohjauksella tai

suoraan linjan ääressä. Joissain tapauksissa myös servojen ja työkalujen ajo yksittäin on tarpeellista.

Osa huoltoon ja käyttöönottoon liittyvistä toiminnoista on mahdollista tehdä etänä. Koneiden ohjelmistot on mahdollista päivittää verkon välityksellä, joten ohjelmallisia päivityksiä ei tarvitse tehdä koneen vieressä. Vastaavasti suurin osa koneen parametreista ladataan koneeseen osana ohjelmiston asennusta.

### **5.4.3 Pesu ja sterilointi**

Pakkauslinjan käyttö aloitetaan linjan steriloinnilla, joka tulee suorittaa vähintään kerran vuorokaudessa. Linjaa voi käyttää vasta, kun automaatiojärjestelmä asettaa linjan tuotantovalmiustilaan pesujärjestelmän (joko ulkoinen tai laitteen oma) suorittaman pesun ja steriloinnin jälkeen.

Linjalla on mahdollista ajaa erilaisia tuotteita. Tuotteen vaihtaminen vaatii linjan pesun. Pesu on suoritettava aina ennen sterilointia. Erilaisia pesuohjelmia on olemassa neljä:

- Linjan kylmähuuhtelu, joka tehdään aina kun laitteella on sokeri- tai maitoproteiinipitoisia tuotteita, jotta kuuma pesuaine ei polta jäämiä putkistoon kiinni.
- Emäspesu. Useimmin käytettävä pesumuoto.
- Happopesu. Pesumuoto, jota käytetään ainoastaan käyttöönoton ja tiettyjen huoltotoimintojen yhteydessä.
- Yhdistelmäpesu, jossa käytetään sekä happoa, että emästä. Noin joka viides pesukerta tulisi suorittaa yhdistelmäpesuna.

Pesu suoritetaan myös aina kun linja asetetaan valmiustilaan odottamaan seuraavaa ajoa pidemmäksi aikaa.

### **5.4.4 Tuotanto**

Kun täyttökone on steriilissä tilassa, voidaan tuotanto aloittaa. Tuotanto alkaa tölkkikoneen käynnistyksellä. Käytännössä aina tölkkikoneella tuotetaan muutamia testipurkkeja, jotta varmistutaan siitä, että purkit täyttävät vaatimukset. Tämän jälkeen purkkeja voidaan alkaa ajaa makasiiniin täyttöä odottamaan. Täyttökone käynnistetään omasta erillisestä näyttöpaneelistaan. Käynnistäminen on mahdollista vasta kun kone on sitä varten oikeassa tilassa. Täyttökoneen tulee olla steriili, saumausaseman (sealing station) tulee olla asetettu pesun jälkeen takaisin sisälle, tuotetankin täyttö pitää olla käynnissä ja vetyperoksiditankissa riittävästi vetyperoksidia. Lisäksi lämmittimien tulee olla tuotantolämpötilassa. Tämän jälkeen tölkkien sisäänsyöttö laitteeseen voidaan aloittaa.

Tuotannon aikana laitteeseen saattaa tulla toimintahäiriöitä. Osassa tapauksista järjestelmän automatiikka ilmoittaa virheellisestä toiminnasta ja tarvittaessa pysäyttää linjan toiminnan. Linjaan saattaa tuotannon aikana tulla myös häiriötiloja, joita automaatio ei havaitse. Yleisimpänä häiriönä tutkimuksessa vastaan tuli tölkkien jumittuminen ja ha-

joaminen linjalla. Tämä vaatii käyttäjän puuttumista tilanteeseen sammuttamalla tuotanto mahdollisimman nopeasti ja poistamalla häiriötilanne.

## 5.5 Operaattorin tärkeimmät tavoitteet tehtäväanalyysin mukaan

Tehtäväanalyysin tärkeimpänä tarkoituksena on purkaa järjestelmän käyttö tavoitteiksi ja ne edelleen alitavoitteiksi. Tässä luvussa esitellään operaattorin toiminnan tärkeimmät tavoitteet laitteen peruskäytössä. Tavoitteet käsitellään suhteellisen korkealla tasolla. Koska tarkoitus on uudistaa koneen käyttölogiikka, tutkimuksessa ei todettu tarkoituksenmukaiseksi mallintaa käyttäjien toimintaa yksittäisten näppäinpainallusten tasolla.

Operaattorin tavoitteet on jaettavissa seuraavasti

### Tuottaa virheettömiä mehupurkkeja valitulla sisällöllä ja pakkausmateriaalilla

1. Käynnistää tuotanto
  - 1.1. Käynnistää tölkkikoneen tuotanto
    - 1.1.1. Varmistaa tölkkimateriaalin oikeellisuus ja riittävyys
    - 1.1.2. Valvoa tuotantoa
      - 1.1.2.1. Poistaa mahdolliset häiriöt
  - 1.2. Käynnistää täyttökoneen tuotanto
    - 1.2.1. Steriloida kone
      - 1.2.1.1. Varmistaa, että kone voidaan steriloida
        - 1.2.1.1.1. Varmistaa, että kone on pesty ja vetyperoksidia on riittävästi
      - 1.2.1.2. Varmistaa sterilointisekvenssin onnistuminen
    - 1.2.2. Varmistaa tuotteen syöttö ja riittävyys
    - 1.2.3. Valvoa tuotantoa
      - 1.2.3.1. Varmistaa, vetyperoksidin riittävyys
      - 1.2.3.2. Poistaa mahdolliset häiriöt
2. Sammuttaa tuotanto
  - 2.1. Pestä täyttökone seuraavaa sterilointia varten
    - 2.1.1. Varmistaa pesusekvenssin onnistuminen
  - 2.2. Asettaa molemmat koneet valmiustilaan

Operaattorin toiminnan tavoitteet ja alitavoitteet ovat siis pohjimmiltaan suhteellisen yksinkertaisia. Tärkein päätavoite on pystyä tuottamaan koneella virheettömiä juomapakkauksia. Tällä tavoitteella on useita alitavoitteita, joista muodostuu vaatimusketju ensisijaisen tavoitteen toiminnalle. Tätä vaatimusketjua kannattaa käyttää hyväksi käyttöliittymän suunnittelussa tekemällä se käyttäjälle näkyväksi. Näin käyttäjä tietää, mitä hänen pitäisi tehdä seuraavaksi ensisijaisen tavoitteen toteuttamiseksi.

## 5.6 Pakkauslinjan käyttöliittymän toimintojen graafinen ilme

Entisessä käyttöliittymässä noudatetaan hyvin pitkälle 90- ja 2000-luvuilta tuttua Windows-värimaailmaa. Myös painikkeet ja toiminnot on toteutettu perinteiseen kuvastoon tukeutuen, joten esimerkiksi näppäinten tunnistaminen näppäimiksi on helppoa. Myös taustan ja tekstin välinen kontrasti on riittävä ja tausta tarpeeksi yksinkertainen, jotta tekstin luettavuus ei kärsi. Käyttöliittymän ulkoinen ilme on esitelty kuvassa 5.



Kuva 5 vanhan käyttöliittymän päävalikko

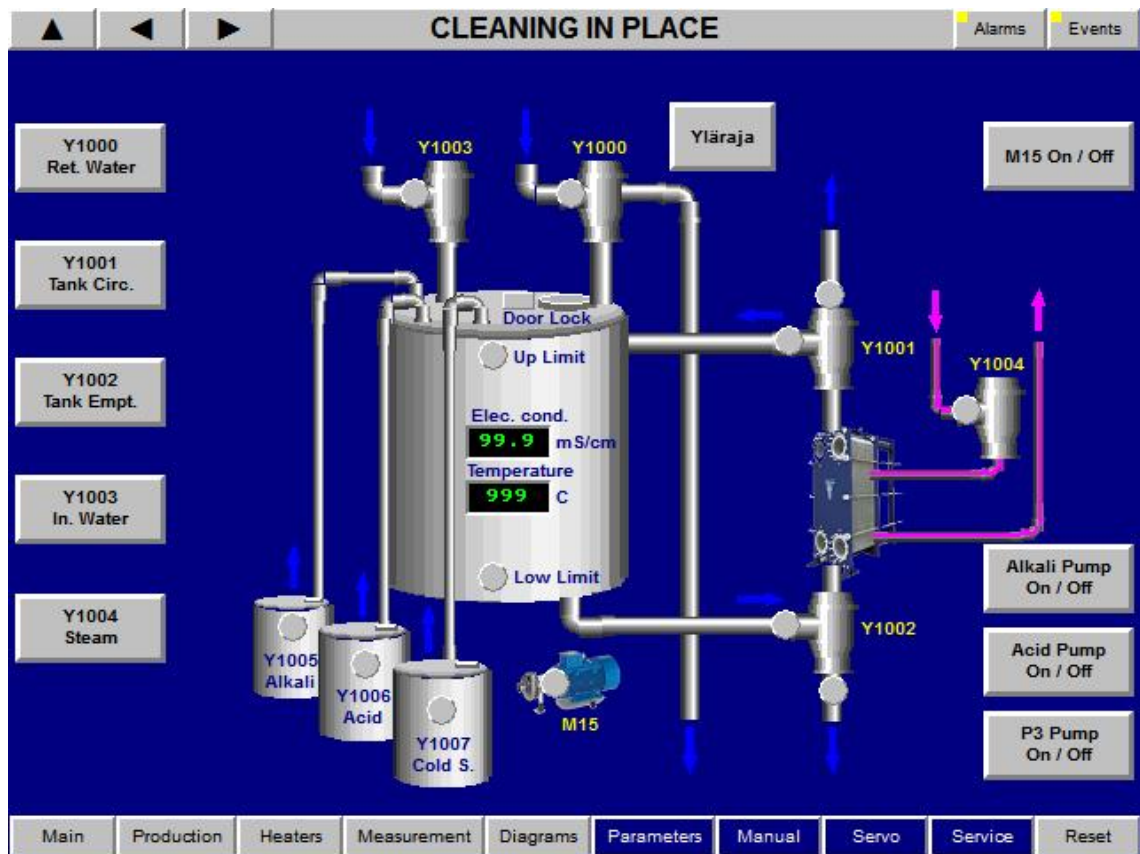
Käyttöliittymän graafisessa toteutuksessa ja varsinkin navigointilogiikassa on kuitenkin muutamia kriittisiä ongelmia, jotka esitellään seuraavaksi.

### 5.6.1 Graafisen ilmeen ongelmat

Käyttöliittymässä on pohjimmiltaan kahdenlaisia näppäintason toimintoja; toimintojen päälle ja pois kytkeminen sekä navigointi käyttöliittymän eri näyttötilojen välillä. Osa käyttöliittymän toimintopainikkeista on esitetty kuvassa 7 ja käyttöliittymän navigointipainikkeet kuvassa 10. Tehtäväanalyysin paljastamista ongelmista ensimmäiseksi tunnistettavissa oli käytön opettelua sekä muistamista vaikeuttava tekijä: erilaisten toimintojen epäjohdonmukainen esittäminen. Käyttöä opetellessa ja harvoin käytettäviä toimintoja käytettäessä ongelmaksi muodostuu se, että painikkeiden ulkomuodosta on vaikea päätellä, minkälainen toiminta niihin sisältyy. Käyttäjän on epämiellyttävää kokeilla



toimintoja, koska painikkeiden toiminnot eivät ole yksiselitteisesti näkyvissä. Ongelmaa havainnollistetaan kuvassa 6.



Kuva 6 Pesun etenemistä kuvaava diagrammi toimintoiheen

Kuvassa 6 esitetään diagrammi, jossa käyttäjän on mahdollista seura järjestelmän pesu-tapahtuman etenemistä. Kuvassa havainnollistuu toimintopainikkeiden merkityksen ongelma. Peruskäyttäjän on hyvin vaikea tietää, mitä yllä olevista toimintonapeista tapahtuu. Koska toimintopainikkeet on sijoitettu näytölle samankaltaisesti, kuin navigointipainikkeet, käyttäjä ei voi painikkeen sijainnin perusteella olla varma siitä, onko kyseessä jonkin toiminnon käynnistävä painike, vai navigointiin tarkoitettu painike. Tämä lisää käyttäjän kokemaa riskin tunnetta.

Kuvassa 7 on esitetty käyttöliittymän erilaisia toimintopainikkeita. Osassa tapauksista toiminnallisuutta ilmennetään harmaana näkyvällä ympyrällä, joka muuttuu vihreäksi, kun ohjattava toiminto kytketään päälle. Osassa painikkeista toiminnallisuutta kuvataan on/off tekstillä, mutta näissä tapauksissa ohjattavan toiminnan nykytila ei käy ilmi. Osassa toimintopainikkeista ei käy selvästi ilmi, mikä niiden toiminnallisuus on. Esimerkiksi kuvan x painikkeen y1000 Ret. Water painaminen avaa pesutankin venttiilin Y1000. Tämä on manuaalikäytön toiminto, jota tarvitaan käytännössä ainoastaan huoltotoimenpiteiden yhteydessä, eikä sitä pitäisi näin ollen näyttää operaattorille lainkaan.



Kuva 7 vanhan käyttöliittymän toimintopainikkeita

Tehtäväanalyysi paljasti, että peruskäytön tärkeimmät käyttötapaukset vaativat navigointia useamman näyttötilan välillä ja että varsinainen tuotanto käynnistetään näytön alla olevista kiertokytkimistä. Käyttäjää ei siis tueta perustoimintojen suorittamisessa erityisen hyvin. Tehtävän kannalta merkityksellisiä toimintoja ei tehdä näkyväksi, eivätkä toimintoja ryhmitellä loogisesti.

### 5.6.2 Käyttöliittymän toimintokytkimiin liittyvät ongelmat

Osa käyttöliittymän tärkeistä toiminnoista on toteutettu fyysisillä painikkeilla ja kiertokytkimillä, jotka on sijoitettu kosketusnäytön ympärille. Näiden toiminnallisuus on kuitenkin identtinen; molempien tarkoituksena on kytkeä toimintoja päälle ja pois. Tästä syystä sekä painikkeista että kiertokytkimistä käytetään jatkossa termiä kytkin.

Molempien koneiden kytkinten osalta isoin ongelma on, että käynnistyssekvenssi on täysin sattumanvaraisessa järjestyksessä, joten se täytyy ensinnäkin muistaa ja toiseksi tulkita kytkinten merkintöjen avulla. Lisäksi oikean sekvenssin tunnistamista vaikeuttaa useiden operaattorin toimintaan liittymättömien kytkinten sijoittaminen etupaneeliin. Kytkimet on sijoitettu paneeliin siksi, että niiden toimintoja tarvitaan käyttöönottaessa ja huollossa, mutta operaattori ei tarvitse, tai edes saa käyttää näitä toimintoja. Siksi peruste sijoittaa ne etupaneeliin on huono. Ainakin ne pitäisi ryhmitellä selkeästi erilleen omaksi kokonaisuudekseen.

Tuotannon käynnistäminen tapahtuu käytännössä pelkästään kytkimien avulla. Kuvissa 8 ja 9 on havainnollistettu tärkein kytkinten käyttöön liittyvä ongelma: kytkinten hajanainen sijoittelu ja operaattorin tavoitteiden kannalta tarpeettomien kytkinten sijoittaminen etupaneeliin. Kuviin on piirretty viisivaiheinen sekvenssi, jossa kytkimiä tulee käyttää tuotannon käynnistämiseksi. Käytännössä näitä vaiheita ei voida suorittaa peräkkäin, vaan niiden väliin tulee vielä muita pitkäkestoisia vaiheita, kuten täyttökoneen pesun suorittaminen.

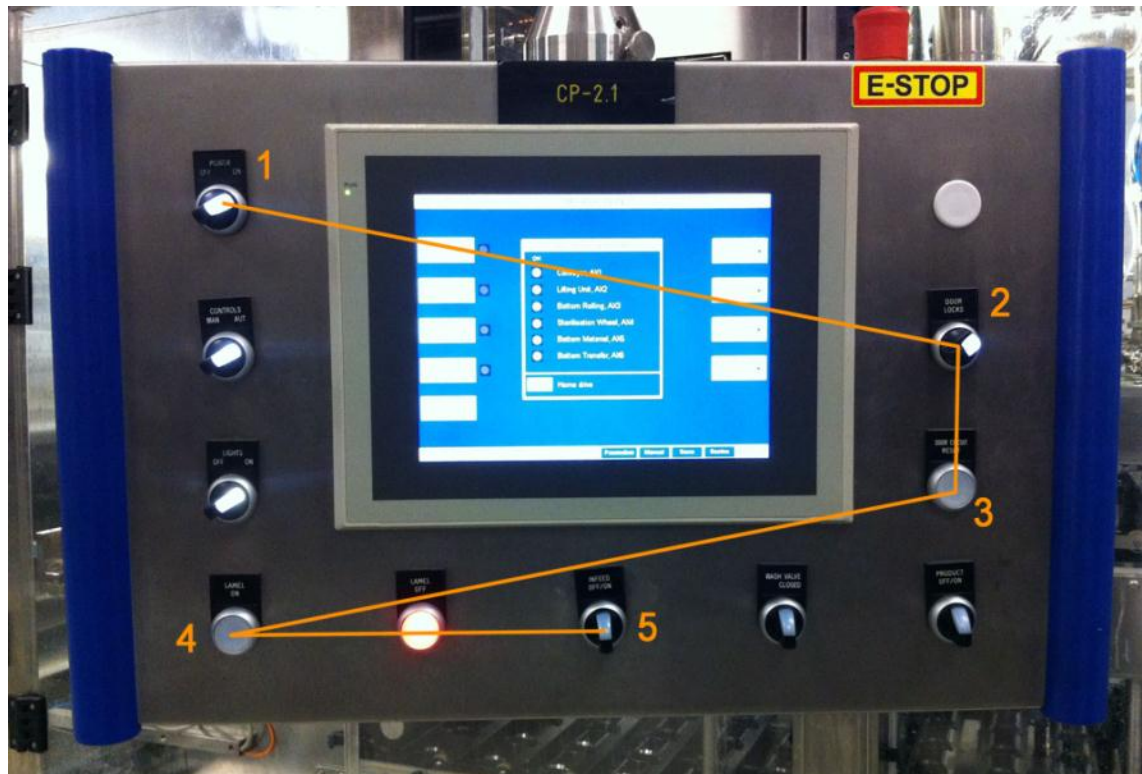


Kuva 8 Tölkkipakon tuotannon käynnistys

Kuvassa 8 esitellyn käynnistämissekvenssin toiminnot ovat seuraavat.

1. Tölkkipakon virran käynnistäminen
2. Ovien lukitus
3. Ovien lukituksen varmistaminen
4. Koneen käynnistys (ei vielä käynnistä tuotantoa, käyttäjän pitää odottaa lämpötilojen nousua asetusarvoihin)
5. Tuotannon käynnistäminen





Kuva 9 Täyttökoneen tuotannon käynnistys

Kuvassa 9 esitellyn käynnistämissekvenssin toiminnot ovat seuraavat:

1. Täyttökoneen virran käynnistäminen
2. Ovien lukitus
3. Ovien lukituksen varmistaminen
4. Lamellin käynnistäminen
5. Tuotannon käynnistäminen

Sykräisissä suoritettussa tehtäväanalyysissä ja siihen liittyneissä haastatteluissa kävi ilmi, että osan kytkimistä sijoittaminen etupaneeliin on hyvin perusteltua, sillä operaattorin täytyy päästä niihin käsiksi tarvittaessa hyvin nopeasti. Joidenkin toimintojen sijoittaminen kosketusnäytön valikkorakenteeseen olisi huono ratkaisu, koska tarvittava toiminto ei usein ole näytöllä silloin, kun kiireellinen tilanne tulee vastaan. Läheskään kaikki kytkinten toiminnot eivät kuitenkaan ole näin kiireellisiä ja siksi kriittisiä. Siksi niiden sijoittaminen etupaneeliin ei ole perusteltua. Kytkinten vähentäminen vähentää käyttäjän mahdollisuuksia tehdä ei-toivottuja toimintoja sekä selkeyttää tarpeellisten tehtäväsekvenssien suorittamista.

## 5.7 Käyttöliittymän navigointihierarkia

Työn tutkimuksellinen osuus aloitettiin tekemällä luvussa 3.2.1 kuvattu tehtäväanalyysi. Analyysin tuloksena saatiin käsitys siitä, mikä tämänhetkisen käyttöliittymän toimintalogiikka on. Käyttöliittymä on jaettu linjan käyttäjälle näytettäviin toimintoihin sekä erillisen salasanan avulla esiin tuotaviin huoltotoimintoihin. Tutkimuksen alkuvaiheessa keskityttiin nimenomaan käyttäjän toimintojen mallintamiseen, sillä lopullisen tuotteen kannalta on selvästi merkittävämpää, kuinka helppokäyttöinen linja on päivittäisessä

käytössä. Huoltotoimintojen sisällyttämistä osaksi käyttöliittymää käsitellään myöhemmin. Käyttöliittymän luonteesta johtuen eri näyttötilat ja niiden välinen navigaatio oli mahdollista mallintaa yksityiskohtaisesti. Laitteen entinen navigointihierarkia on liitteenä 1.

### 5.7.1 Navigoinnin ongelmat

Järjestelmän entinen käyttölogiikka oli syntynyt pitkän aikavälin kehityksen tuloksena. Järjestelmää on kehitetty eteenpäin lisäämällä käyttöliittymään toimintoja aina tarpeen mukaan. Tämä on johtanut siihen, että käyttöliittymästä on tullut hajanainen, eivätkä peruskäytön käyttötapauksen toiminnot ryhmyt logisella tavalla. Lisäksi järjestelmän nykytilalle on leimaa antavaa tiettyä käyttöönotto- ja huoltolähtöisyys. Monet esillä olevista toiminnoista on sisällytetty peruskäyttäjän näkymään, vaikka niiden tarpeellisuus laitteen ajossa on vähäinen. Käyttöliittymän uudelleensuunnittelussa lähdettiin liikkeelle siitä, että tiettyihin käyttötapauksiin liittyvät toiminnot tulee ryhmitellä loogiseksi kokonaisuuksiksi edestakaisen navigoinnin tarpeen vähentämiseksi.



Kuva 10 Käyttöliittymän navigointipainikkeita

Kuva 10 esittää käyttöliittymän eri navigointipainikkeita. Kuvan vasemman reunan painikkeet toimivat löyhästi samalla logiikalla, kuin internetselainten välilehdet. Navigointitoiminnot ovat näkyvissä lähes kaikissa näytöissä, mutta osassa näytöissä navigointipalkki häviää. Navigointipalkin painikkeilla navigoidessa käyttäjälle ei tehdä tarpeeksi selväksi, missä käyttöliittymän osassa hän kullakin hetkellä liikkuu.

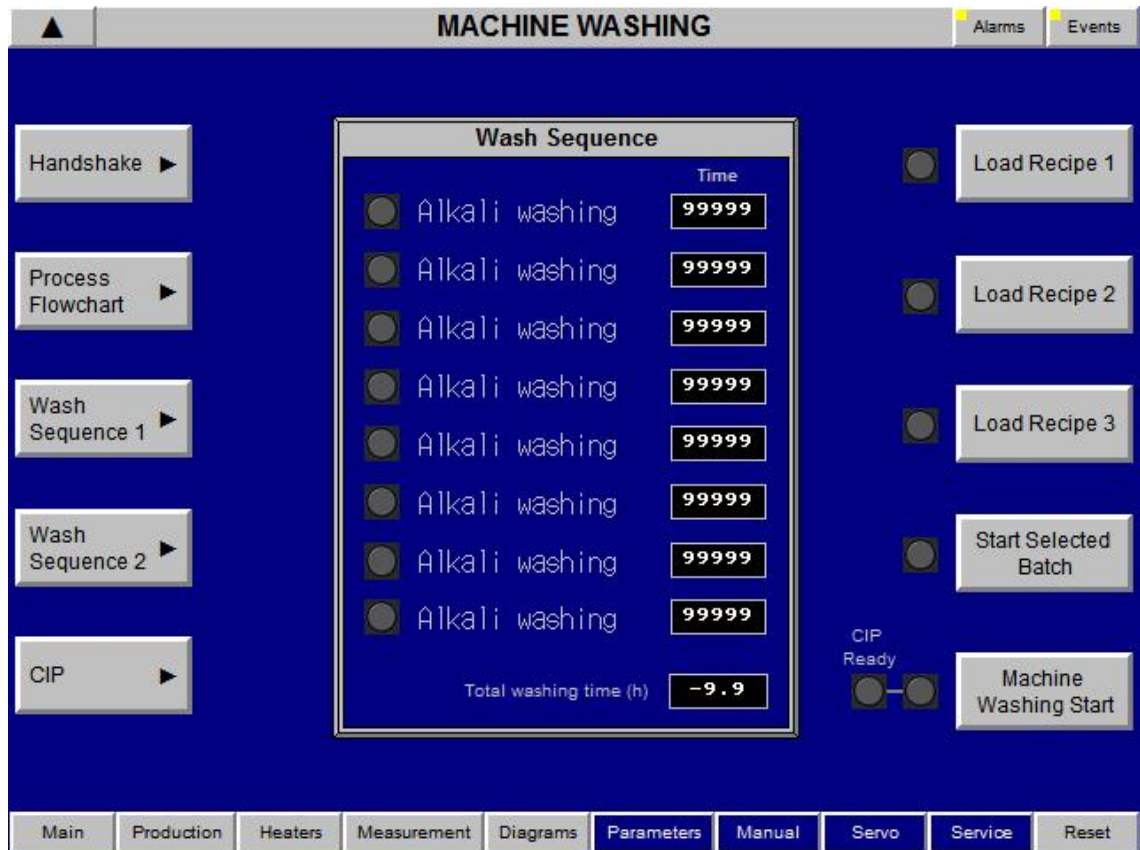
Näyttöjen välillä on mahdollista liikkua myös näytön yläreunassa sijaitsevilla nuolipainikkeilla. Tiettyihin näyttötiloihin pääsee ainoastaan käyttämällä nuolinäppäimiä. Näiden näyttöjen olemassaolosta ei kuitenkaan anneta minkäänlaisia vihjeitä, joten näytön löytäminen vaatii ohjeistamista ja näyttöjen uudelleenkäyttäminen niiden sijainnin muistamista, mikä kuormittaa käyttäjän kognitiivisia toimintoja turhaan.

Keskellä kuvattu navigointipainike vie käyttäjän uuteen ikkunaan kyseisen navigointihaaran sisällä. Suurin osa tällä tavalla toimivista navigointipainikkeista on merkitty pienellä nuolella, mutta muutamia poikkeuksia löytyy. Suurin ongelma tämän tyyppisessä navigoinnissa on se, että navigointipainikkeet näyttävät huomattavan paljon toimintopainikkeilta. Lisäksi navigointipainikkeiden sijoittelu ei noudata mitään selvää logiikkaa, vaan eri näytöissä samassa kohdassa voi olla joko toimintopainike, tai navigointipainike. Tämä sekoittaa käyttäjää. Lisäksi käyttäjän on vaikea tietää, missä kohtaa navigointihierarkiassa hän liikkuu. Tämän vuoksi nuolipainikkeiden avulla liikkuminen vaikeutuu entisestään. Ongelmaa on havainnollistettu kuvissa 11 ja 12. Kuvissa havain-

nollistetaan täyttökoneen pesusekvenssin vaatimaa toimintoketjua. Käyttäjän tulee navigoida kuvan 11 ”washing” -painikkeella pesutoimintoihin, jotka on esitetty kuvassa 12.



Kuva 11 Täyttökoneen tuotantotoiminnot



Kuva 12 Täyttökoneen tuotantotoiminnot: pesu

Navigoidessaan kuvan 11 toiminnoista kuvan 12 toimintoihin, näytön navigointilogiikka muuttuu. Kuvassa 11 erilaisia toimintoja ohjaavat painikkeet ovat näytön vasemmassa reunassa ja navigointi eteenpäin kuvan oikeassa reunassa. Seuraavassa näytössä järjestys on päinvastainen. Vastaavanlaisia käyttäjää hämääviä epäjohdonmukaisuuksia löytyi käyttöliittymästä useita.

## 5.8 Yhteenveto järjestelmän tärkeimmistä käytettävyysongelmista

Tutkimus paljasti joukon käytettävyyso ongelmia, joita voidaan pitää syynä vanhan käyttöliittymän huonoon käyttökokemukseen. Osa ongelmista on hyvin merkittäviä, mutta niiden korjaaminen on suhteellisen helppoa. Taulukkoon 2 on koottu tehtäväanalyysissä ja haastatteluilla löydetty tärkeimmät ongelmat ratkaisuehdotuksineen.

Taulukko 2 Vanhan järjestelmän tärkeimmät käytettävyyso ngelmat

Ongelman luokka	Ongelman sisältö	Korjausehdotus
Navigointi	Navigointipainikkeet muistuttavat toimintonappuloita.	On tehtävä selkeä ero navigointipainikkeiden ja toimintopainikkeiden välille.

Toiminnot	Toimintonapit eivät ilmennä tarpeeksi selvästi, missä tilassa toiminto on ja missä tilassa toiminnot tulisi olla tehtävän suorittamiseksi.	Kaikkien toimintojen logiikka on: päällä / poissa. Siksi painikkeen pitäisi selkeästi ilmentää tilaa, jossa se kullakin hetkellä on. Lisäksi käyttäjälle olisi arvokas lisätieto, missä tilassa toimintojen <i>kuuluisi olla</i> .
Toiminnot	Toimintosekvenssi, joka vaaditaan tuotannon käynnistämiseen on hajallaan, kytkinten oikea kytkemisjärjestys on monimutkainen, eikä käyttäjäliittymä tue sen muistamista. Muistamista vaikeuttaa entisestään tarpeettomien kytkimien sijoittaminen etupaneeliin.	Tuotannon käynnistämiseen vaadittava toiminnot sijoitetaan yhden välilehden alle suoritusjärjestykseen. Osa kytkimistä korvataan kosketusnäytön toimintopainikkeella, osa piilotetaan operaattorilta kokonaan.
Navigointi / Toiminnot	Käyttäjän on muistettava ulkoa, mikä kunkin napin toiminto on. Muistamista tuetaan hyvin vähän. Tämä mahdollistaa vaarantavat virheet, joka lisää käyttäjän stressiä.	Tehdään painikkeiden seuraukset yksiselitteisesti selväksi. Käytetään kansainvälisesti tunnistettavia symboleja aina kun mahdollista. Huomioidaan painikkeiden kokoa suunniteltaessa myös mahdollisten tekstien kääntämisessä tapahtuva laajeneminen.
Navigointi	Toiminnot on sijoitettu epäloogisiksi kokonaisuuksiksi.	Sijoitetaan yhteenkuuluvat toiminnot samaan paikkaan
Navigointi	Käyttäjän on mahdotonta tietää, missä käyttäjäliittymän osassa hän liikkuu.	Toteutetaan navigointi siten, että käyttäjälle on yksiselitteisesti selvää, missä käyttäjäliittymän osassa hän kulloinkin on.
Käyttöhäiriöiden tunnistaminen	Hälytys-välilehdellä näytettävät aktiiviset hälytykset (punainen väri) sekoittuvat ei enää aktiivisiin hälytyksiin (keltainen väri).	Esitetään hälytyssivulla ensisijaisesti vain aktiiviset hälytykset. Tarjotaan kuitenkin mahdollisuus nähdä hälytyshistoria erillisenä toimintona.
Käyttöhäiriöiden poistaminen	Laitteeseen tulee ainakin vielä tässä vaiheessa suhteellisen usein pääasiassa antureista johtuvia vikoja. Vikojen korjaaminen on usein suhteellisen yksinkertaista, mutta vian löytämiseen tarvitaan ammattitaitoa. Korjaajan odottaminen hidastaa tuotantoa merkittävästi.	Tuetaan vian tunnistamista troubleshoot-välilehdellä. Harkitaan palvelukonseptia, jossa troubleshoot-tiedon perusteella ongelmaan voidaan tarjota etätukea.



Käyttö	Pesun aikana on hyvin vaikea seurata, missä vaiheessa se etenee, vai eteneekö ollenkaan. Prosessin eteneminen on jaettu useammalle sivulle, joista ei käynyt yksiselitteisesti selville missä mennään, kun pesuun tuli häiriö.	Pesun eteneminen tulee sijoittaa yhteen paikkaan ja häiriötiloista tiedottaa selvästi.
--------	--	--

Tämän listauksen korjausehdotukset yhdistettynä luvussa 5.5 esiteltyyn käyttäjien tavoittemäärittelyyn toimivat pohjana uudistetun käyttöliittymän ensimmäiselle suunnitteluversionalle, jota käsitellään seuraavassa luvussa.

Vanhaa käyttöliittymää arvioitiin luvussa 3.2 esiteltyllä SUS-kyselyllä. Kyselyssä kokeneet käyttäjät arvioivat käyttöliittymän toimivuutta eri näkökulmista. Tässä kyselyssä kokonaiskäytettävyyden arvoksi saatiin 42/100 pistettä, joka on erittäin huono tulos. Huomioitavaa on, että tähän kyselyyn vastanneet työntekijät olivat järjestelmän käytön ammattilaisia, joilla on käytöstä 1-5 vuoden kokemus. Tämän takia SUS-kyselyn pisteiden voitiin olettaa olevan jonkin verran korkeammat, kuin mitä olisi saatu tulokseksi järjestelmän käyttöä opettelevilta käyttäjiltä. Tämä on hyvä huomioida verrattaessa tuloksia käyttöliittymäsuunnittelun jälkeen tehtävään SUS-kyselyyn.

## 6 SUUNNITTELUN TULOKSET

Tärkein tavoite käyttöliittymän uudistamisessa oli entisen käyttöliittymän näyttöjen uudelleenryhmittely ja toimintojen karsiminen. Vanhaan järjestelmään pureutunut tehtäväanalyysi paljasti, että vanhan käyttöliittymän kaksi suurinta ongelmaa olivat toimintojen hajanaisuus ja toimintoja kuvaavan grafiikan epäjohdonmukaisuus. Tässä luvussa esitetään ratkaisuja näihin ongelmiin. Suunnitteluprosessi on kuvattu tässä työssä vaiheittain samassa järjestyksessä, kuin suunnitteluratkaisut tuotettiin. Osa vaiheista on iteratiivisia ja ne perustuvat samasta käyttöliittymän osasta aikaisemmassa vaiheessa tehtyyn suunnitteluun.

Suunnitelman sisältöä arvioitiin alkuvaiheessa Lamican Oy:n suunnitteluportaan kanssa fokusryhmähaastattelun muodossa (ks. luku 3.2.) Näin toimittiin siksi, että käytettävissä oli ainoastaan rajallisesti laitteen käytöstä perillä olevia käyttöönottajia, joiden näkemystä on tarkoitus käyttää hyödyksi kun testataan perusvirheistä siivotun valmiimman käyttöliittymän opittavuutta. Keskeneräisen käyttöliittymän testaaminen ei ole perusteltua siksi, että jos käyttöönottajille selitettäisiin nykyisten ratkaisuiden logiikka suunnitteluratkaisuja vielä paranneltaessa, lopullisen ratkaisun opittavuutta ei enää voi testata. Esitettyjen ratkaisujen aikaisempien versioiden logiikka olisi silloin jo tuttu, mikä helpottaisi testattavan järjestelmän oppimista. Tämä ei vastaa tilannetta, jossa käyttäjä saa valmiin käyttöliittymän eteensä ilman aiempaa kokemusta toimintojen esitystavasta ja merkityksestä. Suunnittelun tuloksia testattiin lopulta myös käyttöönottajien kanssa paperiprototyyppitestillä.

### 6.1 Ensimmäinen suunnitteluvaihe: navigointi

Entisen käyttöliittymän käyttöön liittyvät navigointiongelmat aiheutuivat kahdesta seikasta: käyttöön liittyvien tavoitteiden kannalta kriittiset toiminnot oli sijoiteltu hajanaisesti ja navigointipainikkeita oli vaikea erottaa toimintopainikkeista. Tärkein esitetty ratkaisu navigoinnin ongelmiin on esitelty seuraavassa luvussa.

Uuden käyttöliittymän navigoinnissa hyödynnettiin internetselaimista tuttua välilehtianalogiaa. Tehtäväanalyysissä tunnistetut tavoitteiden kannalta kriittiset toiminnot sijoitettiin omille välilehdilleen, jotta tarve edestakaiselle navigoinnille poistuisi. Alustavasti esitetyt välilehdet olivat tuotanto, puhdistus, diagnostiikka sekä huolto. Ensimmäisessä iteraatiokierroksessa otettiin kantaa ensisijaisesti tuotannon ja puhdistuksen toimintoihin, jotka esitellään seuraavaksi.

### 6.1.1 Toimintojen ryhmittely

Yksi vanhan käyttöliittymän selvimmistä ongelmista oli jo aikaisemmin tässä työssä esitelty toimintojen hajanainen sijoittelu. Peruskäytön käyttötapaukset toteuttaakseen käyttäjän täytyi navigoida monimutkaista polkua eri näyttöjen välillä, eikä toimintojen oikean järjestyksen muistamista tämän vuoksi tuettu.

Uudessa ryhmittelyssä keskityttiin ensisijaisesti siihen, että keskeisten käyttötapauksen (sterilointi, pesu, koneiden ajo) vaatimat toiminnot on sijoitettu lähelle toisiaan ja että niiden vaatimat ennakkoehdot tehdään näkyviksi. Toisin sanoen tarkoituksena oli antaa käyttäjälle selvä visuaalinen tieto siitä, että järjestelmä on tilassa, jossa halutun käyttötapauksen mukainen toiminto voidaan suorittaa. Samoin ryhmittelyä selkeytettiin myös fyysisten kytkinten osalta. Kytkinpaneelistä poistettiin kaikki kytkimet, jotka eivät tukenneet peruskäyttäjän käyttötavoitteiden saavuttamista. Samalla myös varmistettiin, että kytkinten poistaminen ei vaikeuta huollon ja kokoonpanon tavoitteiden saavuttamista.

Ensimmäinen versio käyttöliittymän ryhmittelystä valmistui Sykäräisissä tehdyn tehtäväanalyysin jälkeen. Ryhmittelyssä toiminnot jaettiin välilehdille tuotanto, puhdistus/sterilointi, diagnostiikka ja huolto. Peruste välilehtien käyttämiselle oli se, että niiden avulla käyttäjältä voitiin piilottaa käsillä olevan tehtävän kannalta epäoleelliset tiedot ja toiminnot, jotka häiritsivät tehtävän kannalta oleellisten toimintojen löytymistä. Tässä vaiheessa eniten huomiota kiinnitettiin **tuotannon** sekä **puhdistuksen** toimintojen esittämiseen, sillä nämä ovat operaattorin normaalin toiminnan kannalta tärkeimmät toimintoryhmät. Lisäksi ensimmäisellä kierroksella määriteltiin alustavasti, mitkä toiminnot näytön yhteydessä olevaan näppäinpaneeliin tulee sijoittaa.

Ensimmäisen iteraatiokierroksen tärkein uudistus oli, että kaikkiin käyttötapauksen toimintojen yhteyteen lisättiin liikennevaloanalogiaa hyväksikäyttävä tarkistuslista-tieto. Tieto esitettiin kunkin toimintoryhmän ylälaidassa ei-toiminnallisina symboleina, joiden merkitystä vahvistetaan punaisilla ja vihreällä värillä. Tarkistuslista-tiedolla on kaksi tarkoitusta: 1) muistuttaa käyttäjälle mitkä toiminnot pitää suorittaa, jotta käsillä oleva tavoite saavutetaan sekä 2) tehdä käyttäjälle selväksi koska kaikki tarpeelliset toiminnot on suoritettu ja tavoitteen täyttävä toiminto (tuotannon käynnistäminen, pesun aloittaminen, steriloinnin aloittaminen) voidaan käynnistää. Toisin sanoen; jos tarkistuslistarivin kaikki ilmaisimet eivät ole vihreitä, käyttäjä tietää miten hänen tulee toimia tuotannon aloittamiseksi.

Toinen merkittävä ensimmäisen suunnittelukierroksen tuoma uudistus oli fyysisten käyttökytkinten karsiminen minimiin ja toimintojen sijoittaminen valitun näyttölaitteen yhteydessä olevaan näppäimistöpaneeliin.

Paneeli on jaettu kahteen kymmenen näppäimen ryhmään, joka sopii kahteen osaan jaetun koneen ohjaamiseen hyvin. Eri koneiden toiminnot voidaan määritellä näin erilleen toisistaan. Peruste näppäimistön toimintojen valintaan on ollut seuraava: näppäimistöön

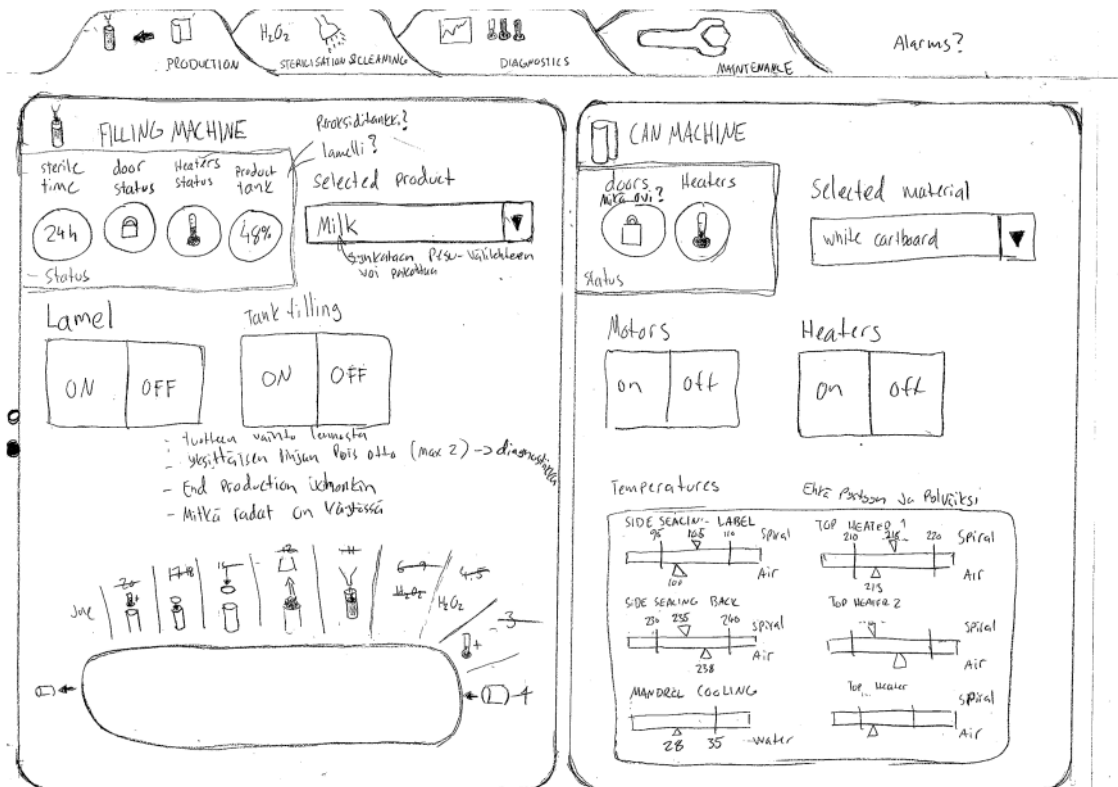
tulee sijoittaa vain ne toiminnot, joiden pitää olla näkyvillä riippumatta siitä, missä kohdassa pakkauslinjan käyttöliittymää käyttäjä kulloinkin navigoi. Ensimmäisessä suunnittelukierroksessa paneeliin sijoitettavat toiminnot olivat molempien koneiden osalta samat:

- Ovien lukitus ja avaaminen
- Ovien lukitus
- Ovien lukituksen kuittaus
- Tuotanto on/off

Alustavan kartoituksen tulos kaikkien kytkinten tarpeesta näppäimistöllä on avattu liitteessä 4. Tämä listaus ei kuitenkaan ollut lopullinen, vaan siihen tuli tutkimuksen edetessä muutamia tarkennuksia.

### 6.1.2 Tuotantovälilehti

Täyttökoneen ja tölkkikoneen toiminnot jaettiin välilehdellä selvästi omiksi kokonaisuuksikseen, sillä suunniteltava uusi kone tulee edelleen olemaan kaksiosainen. Osat sijoitettiin samaan järjestykseen, jossa eri laitteet ovat operaattorin näkökulmasta katsottuna; täyttökone vasemmalla ja tölkkikone oikealla. Järjestys oli prosessin kronologista etenemisjärjestystä vastaan (länsimaisessa lukusuunnassa), mutta koska se vastaa koneen todellista rakennetta, tämä järjestys oli perustellumpi, kuin päinvastainen järjestys. Välilehdellä aukeava näkymä on esitetty paperiprototyypipiirroksena kuvassa 13.



Kuva 13 Tuotantovälilehden alustavat toiminnot

Kuvan 13 esittämä toimintosijoittelu oli vielä suuntaa antava. Tässä vaiheessa ei vielä otettu kantaa esimerkiksi toimintojen sijoittamiseen johdonmukaiseen linjaan toisiinsa nähden, koska esitettäviä toimintoja ei oltu vielä tässä päätetty lopullisesti. Tarvittiin vielä palautetta siitä onko kaikki oleelliset toiminnot muistettu ottaa näyttöön mukaan ja ovatko kuvassa ehdotetut toiminnot tarpeellisia.

Tuotantovälilehden oikealla puolella on esitetty **tölkkipuomun** ajamisen kannalta kriittiset tiedot ja toiminnot, jotka tarvitaan ajon aloittamiseksi. Tarkistuslistatiedoissa näytetään tuotannon aloittamisen esiehtoina seuraavat tiedot:

- Tölkkipuomun ovien täytyy olla lukittuna (tarvittaessa ovet lukitaan paneelin vieressä olevalla näppäinkomennolla ja lukitus varmistetaan kuittauskomennolla)
- Tölkkipuomun lämmittimien lämpötila täytyy olla asetusten mukainen. (tarvittaessa lämmittimet käynnistetään tarkistuslistarivin alla olevalla on/off – kytkimellä.)

Tarkistuslistain viereen sijoitettiin pudotusvalikko, josta valitaan käytettävä pakkausmateriaali. Toiminto lisättiin, koska tehtäväanalyysi ja siihen liittyvät haastattelut paljastivat, että eri pakkausmateriaalit käyttäytyvät eri tavalla. Optimaalinen toiminta vaatii siis, että jokaiselle pakkausmateriaalille on esiasetettu omat parametrinsa. Operaattorin tehtäviin ei kuulu osata säätää kummankaan koneen parametreja, joten hänelle tarjotaan mahdollisuus valita materiaaliin liittyvät parametrit listasta materiaalin nimellä. Käyttäjän ei ole välttämätöntä tietää, miten valinta vaikuttaa esiasetuksiin, vain että kone on esiasetusten mukaisessa tilassa tuotantoa käynnistettäessä.

Ennen tuotannon aloittamista käyttäjän on käynnistettävä laitteen moottorit sekä lämmittimet. Toiminnot oli tässä suunnitteluversiossa laitettu erilleen toisistaan, koska tehtäväanalyysissä kävi ilmi, että nykyisessä järjestelmässä häiriön poisto aiheuttaa tuotantoon pitkän katkoksen. Tämä johtuu siitä, että häiriön poistamiseksi vaadittava ovien avaus edellyttää, että tölkkipuomun moottorit eivät pyöri. Moottoreita ja lämmittimiä ohjattiin entisessä järjestelmässä samalla kytkimellä, joten ovien avaaminen vaati myös lämmittimien sammuttamista. Häiriön poiston jälkeen lämmittimien lämmittäminen kesti useita minuutteja, mikä on pois tuotantoajasta.

Kun esiehdot täyttyvät, tuotanto voidaan käynnistää näppäimistöltä löytyvällä on/off painikkeella. Tämä toiminto käynnistää tölkkien syöttämisen täyttökoneen makasiiniin. Toiminto on sijoitettu näppäimistölle, koska tehtäväanalyysi paljasti, että tuotanto pitää voida ongelmatilanteessa katkaista hyvin nopeasti. On mahdollista, että näyttötilaa on käytön aikana vaihdettu, jolloin toiminnon löytämiseksi pitäisi ensin navigoida oikealle sivulle, mihin kuluu turhaa aikaa. Tämän vuoksi toiminnon sijoittaminen aina näkyvissä olevalle näppäimistölle oli perusteltua.

Tehtäväänalyysissä kävi ilmi, että edellä mainitusta syystä johtuen, käyttäjät tarkastelivat käytännössä koko tuotannon ajan lämmittimien tilaa kuvaavaa näyttöä. Tämän vuoksi tölkkikonetoimintojen alapuolelle sijoitettiin diagrammi, josta käy ilmi missä lämpötilassa kukin lämmitin tarkasteluhetkellä on, ja millä välillä lämmittimien pitäisi olla, jotta tuotanto voidaan aloittaa.

Seuraavaksi esitellään **täyttökoneen** tuotantoon liittyvät, näytön vasemmalla puolella sijaitsevat toiminnot. Näytön ylälaudassa näytetään tarkistuslistatieto, joka sisältää seuraavat tuotannon esiehdot.

- Täyttökoneen ovien täytyy olla lukittuna (tarvittaessa ovet lukitaan paneelin vieressä olevalla näppäinkomennolla ja lukitus varmistetaan kuittaustoiminnolla)
- Täyttökoneen lämmittimien lämpötila täytyy olla asetusten mukainen. (Täyttökoneen lämmittimet ovat oletuksena päällä, kun koneessa on virta.)
- Kuinka pitkään täyttökone on vielä steriilissä tilassa (tarvittaessa kone pitää steriloida puhdistusvälilehden toiminnolla.)
- Tuotetankissa täytyy olla riittävästi tuotetta (tarvittaessa tuotetankin sisäänotto voidaan käynnistää sivulla olevalla on/off kytkimellä.)

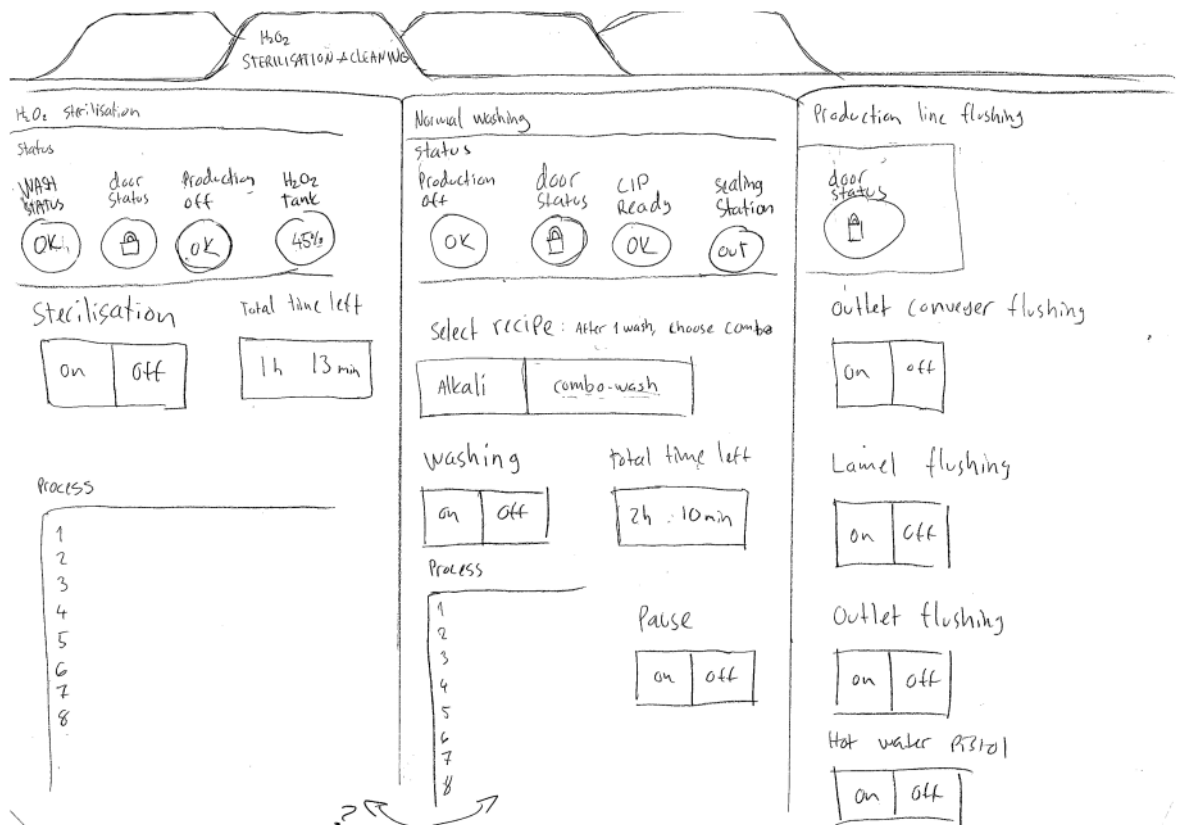
Kun esiehdot täyttyvät, tuotanto voidaan aloittaa. Tämä tapahtuu käynnistämällä tölkkien syöttö laitteeseen näytön oikealla puolella sijaitsevan on/off-painikkeen avulla. Toiminto sijoitettiin näppäimistöille samalla perusteella, kuin tölkkikoneen tuotannon käynnistävä toimintopainike. Tarvittaessa tuotanto pitää voida katkaista nopeasti.

Täyttökoneen toimintojen alapuolelle sijoitettiin diagrammi, josta käy ilmi täyttökoneen toiminta asemittain. Myös vanhassa käyttöliittymässä on vastaavanlainen diagrammi, joka oli tuotannon aikana käyttäjien eniten seuraama toimintosivu. Tämän vuoksi diagrammi otettiin mukaan myös uuteen versioon. Diagrammin asemasyboleita kuitenkin kehitettiin, sillä vanhasta käyttöliittymästä ei käynyt ilmi, mikä kunkin aseman toiminto on, ainoastaan aseman numero oli tuotu näkyviin. Diagrammin tarkoituksena on toimia käyttäjän tukena mahdollisten virheiden tunnistamisessa. Siksi on hyödyllistä tietää, mikä asema aiheuttaa täyttökoneessa ongelmia ja myös se, mikä aseman tehtävä on.

### 6.1.3 Puhdistusvälilehti

Täyttökoneen puhdistukseen ja sterilointiin liittyvät toiminnot ovat toinen linjan peruskäytön kannalta tärkeimmistä toimintoryhmistä. Puhdistustoiminnot jaettiin suunnitelmassa kolmeen ryhmään; sterilointiin, normaaliin pesuun ja tuotelinjan huuhteluun. Sterilointi tulee olla suoritettuna, jotta kone saadaan tuotantovalmiuteen, pesu suoritetaan tuotannon lopettamisen yhteydessä ja tuotelinjan huuhteluun liittyviä toimintoja tarvitaan ajon aikana, esimerkiksi tilanteessa, jossa sokeripitoista tuotetta pakattaessa tölkki hajoaa linjalle ja tahmaa sen. Myös pesuvälilehden kaikkiin toimintoryhmiin liittyy tarkistuslistatietoa, jotka kertovat, onko linja tilassa, jossa haluttu toiminto voidaan suorittaa, ja jos ei ole, mitkä toiminnot pitää suorittaa ennen nykyisen tavoitteen

mukaisen toiminnan käynnistämistä. Kaikki puhdistusvälilehden toiminnot on esitetty kuvassa 14.



Kuva 14 Alustava pesuvälilehden toimintoryhmittely

**Sterilointiin** liittyvät toiminnot sijoitettiin kuvassa 14 esitellyn näytön vasempaan reunaan. Osion yläreunassa sijaitseva tarkistuslista kertoo mitkä ehdot tulee täyttää ennen kuin sterilointi voidaan aloittaa. Nämä ehdot ovat koneen pesu, täyttökoneen tuotannon alas ajaminen, ovien lukitus. Lisäksi koneen vetyperoksiditankissa tulee olla riittävästi vetyperoksidia.

Steriloinnin käynnistävän on/off-painikkeen vieressä näytetään steriloinnin jäljellä oleva kokonaisaika ja näiden alapuolella vaiheet, jotka steriloinnissa käydään läpi. Vaihetieto on tärkeää virhetilanteiden tunnistamiseksi. Mikäli sterilointi jää jumiin johonkin vaiheeseen, se täytyy aloittaa alusta. Tämä on mahdollista on/off-kytkimestä, jonka painaminen steriloinnin aikana käynnistää ponnahtusikkunan, jossa varmistetaan, haluaako käyttäjä todella keskeyttää steriloinnin.

Steriloinnin oikealle puolelle on kerätty **normaalin pesun** toiminnot. Pesun tarkistuslistatiedoissa näytetään koneen tuotantotila, joka tulee olla ajettu alas, ovien lukitus, pesu-yksikön valmius sekä saumausaseman tila. Saumausasema on täyttökoneen mekaaninen osa, joka täytyy olla ulosvedettynä ennen pesun aloittamista. Tarkistuslistatiedon alla sijaitsee pesureseptin valintatoiminto. Resepti valitaan ajettun tuotteen perusteella. Maitotuotteita pakattaessa käytetään aina yhdistelmäpesua, muita tuotteita pakattaessa pää-

asiassa emäspesua. Muiden tuotteidenkin ajossa joka viides pesu tulisi kuitenkin olla yhdistelmäpesu, jossa käytetään sekä happoa, että emästä. Käyttäjälle tarjotaan toiminnon yhteydessä tieto siitä, kumpaa pesutapaa hänen tulisi käyttää.

Kun pesutapa on valittu ja tarkistuslista osoittaa koneen olevan tilassa, jossa pesu voidaan suorittaa, pesu käynnistetään on/off-kytkimestä. Kytkimen oikealla puolella esitetään tieto jäljellä olevasta pesuajasta ja tämän alapuolella tarjotaan mahdollisuus asettaa pesu taukotilaan. Myös pesusekvenssin eteneminen esitetään kuvassa vaiheittain mahdollisten virheiden tunnistamisen helpottamiseksi.

Näytön oikeaan laitaan on kerätty toiminnot, jotka liittyvät **täyttökoneen tuotantolinjan ajon aikaiseen huuhteluun**. Toimintojen käynnistämisen ainoa esiehto on, että laitteen ovet on lukittu. Toimintojen merkitys on seuraava: outlet conveyer flushing on/off käynnistää koneen poistoliukuhihnan huuhtelun, lamel flushing on/off käynnistää lamellin huuhtelun, outlet flushing on/off huuhtelee koneen tölkkien poistotilan, hot water pistol on/off käynnistää erillisen käsisuuttimen vedensyötön, jolla voidaan huuhtella kone halutuilta osin.

#### **6.1.4 Ensimmäisen suunnittelukierroksen yhteydessä havaitut ongelmat, kysymykset ja parannusehdotukset**

Tuotannon ja pesun alustavien näyttökuvien valmistuttua niiden sisältöä arvioitiin neljän Lamican Oy:n suunnittelijan kanssa. Arvioinnin tarkoituksena oli varmistaa, että näytöissä on mukana kaikki tuotannon kannalta välttämättömät toiminnot ja että esitetty ryhmittely ja navigointi toimivat loogisesti.

Saadun palautteen perusteella toimintojen ryhmittely ja navigointilogiikka toimi erittäin hyvin. Jaottelu eri toimintoihin oli selkeä ja kiteytti käytön kannalta oleelliset toiminnot hyvin yhteen paikkaan. Myös tarkistuslistatiedon näyttäminen sai suunnittelijoilta erittäin positiivista palautetta. Lähtökohdat olivat kunnossa, mutta näyttöjä oli kuitenkin vielä tarpeen parantaa muutamien toimintojen osalta. Keskusteluissa syntyi myös idea toisenlaisesta layoutista, jota testattiin seuraavan iteraatiokierroksen yhteydessä. Löydetty parannusehdotukset on esitetty liitteen 5 taulukossa. Muutokset on esitelty seuraavan iteraatiokierroksen yhteydessä.

## **6.2 Toinen suunnitteluvaihe: tuotanto- ja pesuvälilehtien iterointi**

Toisen iteraatiokierroksen tärkein muutos oli näyttöjen sijoittelun muuttaminen vierekkäisistä päällekkäisiksi. Muutos tehtiin, koska tuotannon kannalta tärkeimmät toiminnot sijoiteltiin näytön oikealla puolella olevaan näppäinpaneeliin. Paneelin painikkeet jaettiin kahteen ryhmään ja niiden välissä on tyhjä tila. Näin ollen eri koneiden toiminnot voidaan sijoittaa eri ryhmiin, tässä tapauksessa päällekkäin. Kun näyttöjen layout uudistaa samaa logiikkaa, oikeat painikkeet assosioituvat oikeisiin näyttötoimintoihin.

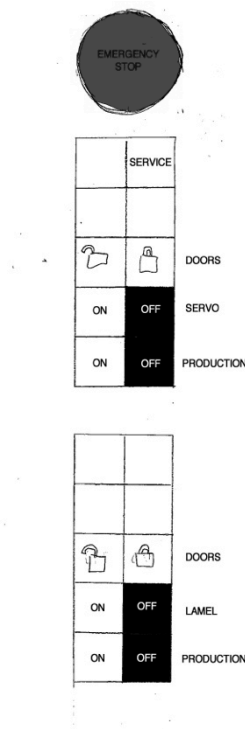


Tämän layoutmuutoksen myötä myös välilehdet siirrettiin tarpeellisen pystytilan säästämiseksi näytön vasempaan laitaan.

Toisessa iteraatiokierroksessa myös näppäinpaneelin toiminnot tarkentuivat :

- **Hätäseis.** Laki määrittää hätäseispainikkeen sijainnin ja ulkomuodon
- **Ovien lukitus ja avaaminen.** Ovet on hyvä saada tarvittaessa auki nopeasti. Sijoitus näppäimistölle on tehtävän suorittamisen kannalta nopeampi, kuin kosketusnäytölle. Tämä pätee molempiin koneisiin. Muutoksena entiseen lukitusta ei kuitata erikseen, vaan kone tarkistaa automaattisesti ovia lukitessa, onnistuiko lukitus ja jos ei, antaa siitä informatiivisen virheilmoituksen.
- **Moottoreiden käynnistys ja sammutus.** Tutkimuksessa ei löydetty ehdottomia vaatimuksia sille, miksi moottoreiden käynnistys pitäisi sijoittaa näppäimistölle. Suunnittelijoiden kanssa järjestetyssä palaverissa kuitenkin todettiin, että se on käynnistyssekvenssin kannalta järkevää. Sama logiikka toimii molemmissa koneissa.
- **Tuotannon käynnistäminen.** Tuotanto pitää voida häiriötilanteessa sammuttaa nopeasti. Siksi sijoitus näppäimistöpaneeliin on välttämätöntä. Päte molempiin koneisiin.

Tämä näppäinsijoittelu säilyi lopullisena ja toteutettiin lopullisessa käyttöliittymäkonseptissa. Toiminnot on esitetty kuvassa 15.



Kuva 15 näppäimistötoiminnot

Kuten kuvasta 16 nähdään, näppäintoimintojen logiikka on molempien koneiden osalta hyvin samankaltainen. Näppäimistön toiminnot on sijoitettu järjestykseen, jossa ne täytyy suorittaa tuotannon käynnistämiseksi: ensin ovet on lukittava, tämän jälkeen moot-

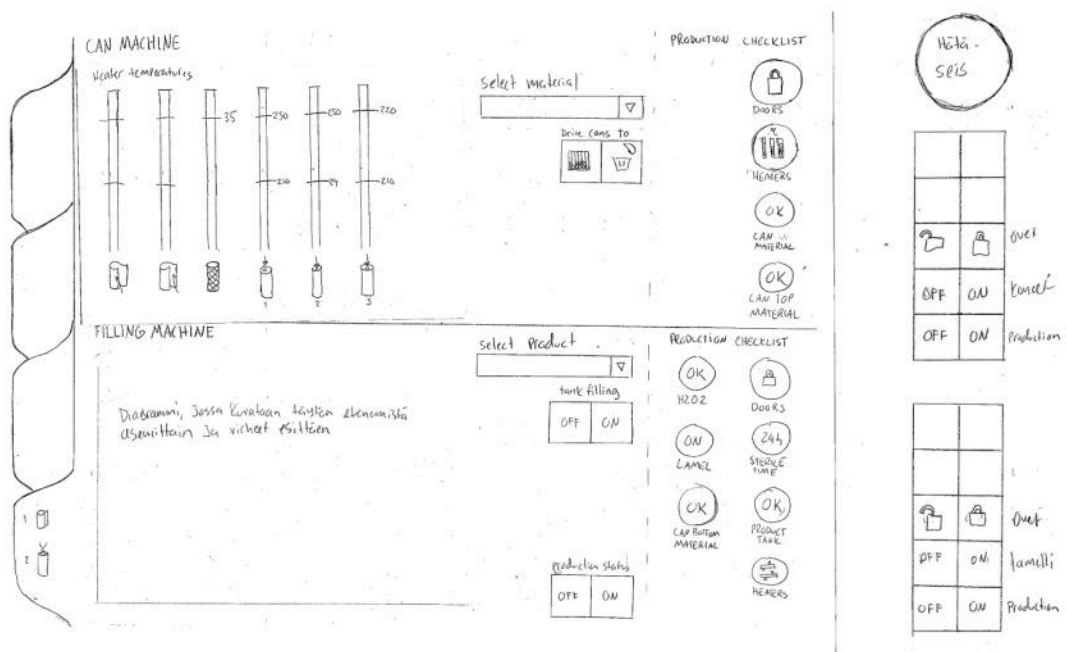
torit käynnistettävä ja lopuksi tuotanto käynnistetään aloittamalla tölkkikoneesta tölkkien syöttö täyttökoneen makasiiniin ja täyttökoneesta tölkkien sisäänotto makasiinista.

Näppäimistöltä on poistettu ensimmäisen iteraatiokierroksen jälkeen toiminnot ”koneen virta on/off” ja ”ovipiirin resetointi”. Näin siksi, että koneiden yhteyteen tulee erillinen pääkytkin, josta virrat käynnistetään ja siksi, että ovipiirien ohjauslogiikka on mahdollista toteuttaa siten, että ovien lukituspainiketta painettaessa järjestelmä tarkistaa sulkeutuuko piiri. Jos ei, ovien lukitseminen ei onnistu ja näytölle tulee tilannetta kuvaava virheilmoitus.

## 6.2.1 Tuotantovälilehti

Tuotantovälilehden toiminnallinen sisältö muuttui jonkin verran toisessa iteraatiokierroksessa. Molempien koneiden tuotannon käynnistämissekvenssin vaatimat toiminnot siirrettiin näppäimistölle. Näin luotiin jako, jossa toiminnan käynnistämisen esiehdot löytyvät näytöltä ja käynnistyssekvenssin vaatimat tärkeimmät on/off toiminnot näppäimistöltä.

Toisessa iteraatiokierroksessa **tölkkikoneeseen** liittyvät näyttötoiminnot sijoiteltiin näytön ylälaitaan ja täyttökoneen toiminnot alalaitaan. Sijoittelu korjasi myös ensimmäisessä iteraatiokierroksessa ilmenneen pienen logiikkaongelman, sillä toiminnot oli esitetty länsimaisessa lukusuunnassa prosessin etenemisen kannalta käänteisessä järjestyksessä. Pystysijoittelussa tätä ongelmaa ei ole länsimaisessa, eikä kiinalaisessa lukusuunnassa. Uudistettu järjestys on esitetty kuvassa 16.



Kuva 16 tuotantovälilehti sekä näppäimistö

Tölkkikoneen tarkistuslistatietoihin lisättiin tiedot tölkkien runko- sekä kansimateriaalin riittävydestä. Koska käyttäjän olisi hyvä saada tieto materiaalin loppumisesta hyvissä ajoin, tarkistuslistailmoittimiin lisätään kolmas tila: materiaali vähissä. Tätä indikoidaan

siten, että kyseisen materiaalin tarkistuslistailmoitin muuttuu tietyn rajan jälkeen keltaiseksi ja ilmoittaa, kuinka monta minuuttia jäljellä oleva materiaalirulla vielä kestää. Koneeseen on tarkoitettu lisätä myös käyttöliittymän ulkopuolella näkyvä liikennevaloilmaisinsin, joka kuvaa samalla logiikalla materiaalin riittävyyttä.

Toisessa iteraatiossa tölkkikoneen lämpötilojen esittämistä yksinkertaistettiin. Haastatteluissa kävi ilmi, että ensimmäisessä iteraatiokierroksessa esitetty kahtiajakoinen lämpötilatieto (kustakin asemasta sekä spiraalilämpötila, että ilmalämpötila) ei ole tarpeellinen. Käyttäjälle riittää, että hän tietää kuumennusilman lämpötilan, sillä nimenomaan ilma sulattaa ja kiinnittää tölkin muovisaumat toisiinsa. Esitystapaa voitiin siis yksinkertaistaa merkittävästi. Lämpötilaa kuvaavat pylväät nostettiin pystyyn vastaamaan paremmin yleisesti käytössä olevaa analogiaa perinteisiin lämpömittareihin. Tekstien sijaan lämmittimien tunnistetiedot on esitetty symboleilla, jotka on piirretty vastaamaan niiden lämmitys- tai jäähdytyskohteita. Mittareihin on merkitty koneen toiminnan kannalta oikea lämpötila-alue.

Tölkkikoneen toiminnosta näytöltä poistettiin sekä moottoreiden, että lämmittimien käynnistystoiminnot. Mallia testatessa kävi ilmi, että toimintoja ei voi irrottaa toisistaan, sillä moottoreiden sammuttamisen yhteydessä myös lämmittimet on pakko sammuttaa. Muussa tapauksessa laitteen tuurnat kärsivät ja laitteessa sisällä jo oleva tölkkimateriaali saattaa sulaa aiheuttaen lisää ongelmia. Tämän sijaan toiminnot on tässä iteraatiossa yhdistetty ja ne on sijoitettu osaksi laitteen ohjausnäppäimistöä. Ohjausnäppäimistön toimintoja käsitellään täyttökoneen näyttötoimintojen esittelyn jälkeen tarkemmin.

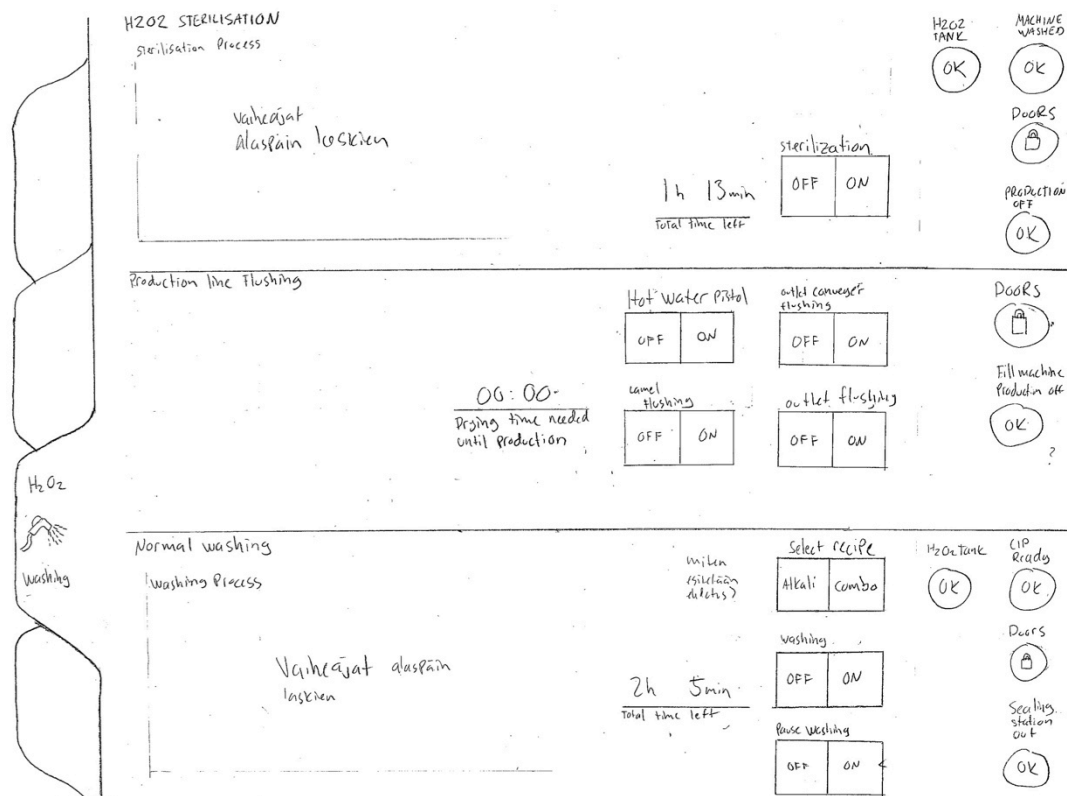
Viimeisenä muutoksena tölkkikoneen osalta materiaalinvalintavalikon alle sijoitettiin toiminto, jolla on mahdollista valita ajetaanko valmistettavat purkit hylkyyn, vai täyttökoneen makasiiniin.

Välilehden **täyttökoneen** tarkistuslistatietoihin lisättiin tieto lamellin pyörimisestä, vetyperoksiditankin riittävyydestä, sekä tölkin pohjamateriaalin riittävyydestä. Vetyperoksidin ja tölkkimateriaalin ilmaisimet toimivat samalla logiikalla, kuin aiemmin esitetty täyttökoneen materiaali-ilmaisinsin: keltainen valo ilmaisee, että materiaalia tai vetyperoksidia pitää pian lisätä toiminnan jatkamiseksi. Näiden lisäksi, täyttökoneen toimintoihin on lisätty mahdollisuus kytkeä tuotantotila päälle ja pois. Tuotantotila kytkeytyy päälle automaattisesti steriloinnin jälkeen ja se täytyy kytkeä pois ennen kuin kone pestään.

## 6.2.2 Puhdistusvälilehti

Myös puhdistusvälilehden toiminnot on ryhmitelty pystysuuntaan. Tämä lisää johdonmukaisuutta, vaikka pystysijoittelu ei olekaan välttämätön samalla tavalla, kuin tuotantovälilehdessä, koska pesutoimintoja ohjataan suoraan näytöltä, ei näppäimistön avulla. Toimintojen jako on edelleen tehtävien mukainen eikä toimintoja voitu vähentää en-

simmaisesta iteraatiokierroksesta. Puhdistusvälilehden näyttötoiminnot on esitetty kuvassa 17.



Kuva 17 Pesutoiminnot, iteraatio 2

Ryhmittelyn lisäksi tärkein muutos liittyi tuotantolinjan huuhtelun esiehtoihin. Edellistä toimintorakennetta analysoidessa kävi ilmi, että tuotannon aikaisia huuhteluita ei käytännössä voi suorittaa silloin, kun täyttökoneen tuotanto on toiminnassa. Huuhtelut eivät vaadi tuotantotilan alas ajamista, kuten normaalit pesut, mutta tuotteiden täyttäminen huuhtelun aikana ei ole järkevää sillä huuhtelu pilaa täytettävien tölkin sisällön ja pohjan liimauksen. Siksi huuhtelun esiehtoihin lisättiin täyttökoneen tuotannon katkaisemisesta kertova tarkistuslistailmaisin.

Toimintojen yhteyteen lisättiin aikalaskuri, joka kertoo kuinka kauan tuotantolinjan pitää kuivua kunkin huuhtelutoiminnon suorittamisen jälkeen. Näin siksi, että tuotannon aloittaminen heti huuhtelun jälkeen estää purkkeihin suihkutettavan vetoperoksidihöyryn toiminnan. Vaadittava kuivausaika on määriteltävä huuhteluohjelmakohtaisesti ja laskuri käynnistyy aina, kun huuhteluohjelma sammutetaan. Mikäli käytetään useita huuhtelutoimintoja samanaikaisesti, pisimmän kuivausajan vaativa toiminto on määrävä tekijä. Laskurin aikojen ei kuulu kumuloitua.

### 6.2.3 Toisen suunnittelukierroksen yhteydessä havaitut ongelmat, kysymykset ja parannusehdotukset

Toisen suunnittelukierroksen tärkeimmät parannusvaatimukset liittyivät vielä kesken-eräiseen prosessivaiheiden kuvaamiseen. Sekä tuotanto- että pesuvälilehdessä on infor-

matiivisia kuvaajia, joiden tarkoituksena on mallintaa kulloinkin käynnissä olevan prosessin etenemistä. Etenemiskaavioiden tarkempaa ulkoasua ei oltu vielä tässä vaiheessa suunniteltu, koska iteraatiokierroksessa keskityttiin vieläkin toimintojen ryhmittelyyn sekä tarpeellisten toimintojen esitystapaan. Diagrammien tarkempi sisältö ja ulkoasu suunniteltiin vikatilojen diagnosoinnin sekä huoltotoimintojen suunnittelun jälkeen kun tiedossa olivat vaatimukset, jotka liittyvät vikatilojen poistamiseen.

Ainoa yksittäiseen toimintoon tai yksityiskohtaan liittyvä löydetty ongelma oli tuotantovälilehdeltä löytyvä laitteen tuotantotilan alas ajava ”production status on/off” -kytkin. Kytkin muistuttaa täysin näppäimistön ”production on/off” -kytkintä. Näiden välille täytyy tehdä ero. Tämä on mahdollista erottamalla kaksi toimintoa toisistaan selvällä symboliikalla tai tekstillä, joka tuo esiin, mikä näiden kahden toiminnon ero on.

Pesuvälilehden osalta esiin nousi kysymys, kannattaako kaikki pesutoiminnot näyttää samanaikaisesti. Näyttötila saattaisi olla mahdollista käyttää tehokkaammin, mikäli pesu-, sterilointi- ja huuhtelutoiminnot eriyttäisiin omille sivuilleen. Niiden käyttäminen samanaikaisesti ei ole mahdollista, joten toimintojen samanaikainen esittäminen todettiin tarpeettomaksi.

### **6.3 Kolmas suunnitteluvaihe: virhediagnostiikan suunnittelu**

Uudessa juomalinjassa on yhteensä n. 2000 logiikka-I/O:ta, joista jokaisen pitää toimia asetetulla tavalla, jotta linjan tuotanto toimii. Periaatteessa siis jokaiselta I/O:lta on saatavissa oma virhetieto, joka nostaa mahdollisten virhetilanteiden määrän useisiin tuhansiin. Tämän vuoksi ainoa järkevä tapa esittää suurin osa virheistä on vanhassakin käyttöliittymässä toteutettu listaus, johon tiedot virhetilanteista kerätään. Muutamat yksittäiset virheet liittyvät kuitenkin operaattorin perustoimintaan niin selvästi, että niiden esittäminen entisestä poikkeavalla tavalla on perusteltua. Näin siksi, että perustoimintaan liittyvät virheet on helppo korjata annettavan virhetiedon avulla. Nämä tilanteet virheilmoituksineen on esitetty seuraavassa luvussa.

Uuden käyttöliittymän virhediagnostiikan tärkein kehittämiskohde on virheiden paikallistamisen helpottaminen. Jatkossa on tarkoitus, että operaattoreiden lisäksi asiakkaan tiloissa tapahtuvaa tuotantoa tukemaan koulutetaan erillinen lähitukihenkilö, joka pysyy huoltamaan koneeseen tulevia vikatiloja enemmän, kuin operaattori, mutta kuitenkin vähemmän, kuin Lamican Oy:n oma huolto. Uuden virhediagnostiikan pitäisi siis tukea huollon vastuuhenkilön työtä mahdollisimman paljon, mutta myös helpottaa Lamicanin huoltohenkilöstön toimintaa mahdollistamalla mahdollisimman tarkka virheen paikannus asiakkaan itsensä toimesta.

### 6.3.1 Erilaiset virhetyypit ja niistä annettavat ilmoitukset

Taulukossa 3 on esitetty haastatteleamalla ja vanhan linjan käyttöä seuraamalla selvitetty erilaiset virhetyypit ja ehdotetut esitystavat niistä aiheutuville virheilmoituksille. Osa virheilmoituksista kannattaa esittää ponnahdusikkunoissa. Muussa tapauksessa operaattori joutuisi virheen syyn selvittämiseen navigoimaan erilliselle diagnostiikkavälilehdelle. On paljon tehokkaampaa ilmaista operaattorin virheellisen toiminnan syy ja toimintaohje välittömästi virheen jälkeen. Tällöin virhe on merkittävästi helpompi tunnistaa ja korjaustapa helppo löytää.

**Taulukko 3 Järjestelmän virhetyypit**

<b>Virhe</b>	<b>Esitystapa</b>
Operaattori yrittää lukita ovet silloin kun joku niistä on auki	Näytölle ilmestyy kuitattava virheilmoitus-popup, joka kertoo, että ovien lukitsemiseksi ovi x täytyy sulkea. Huom: täyttökoneen ja tölkkikoneen ovet tulee laittaa eri piiriin ja niitä tulee voida ohjata erikseen.
Operaattori yrittää käynnistää tuotannon, pesun tai steriloinnin vaikka kone ei ole tämän vaatimassa tilassa.	Popup-virheilmoitus kertoo miksi toimintoa ei voida suorittaa. Virheilmoitus liittyy tarkistuslistatietoihin. Virheilmoituksen tulee olla selkokielineen. Esimerkiksi: Toimintoa ei voitu suorittaa, ovi x on auki.
Tölkki- tai täyttökoneessa menee tölkki jumiin	Operaattorin on havaittava virhe linjan toimintaa seuraamalla. Antureilla havaitseminen on hyvin vaikeaa.
Täyttökoneen joku täyttöasema ei pysty suorittamaan tehtäväänsä parametrien mukaisesti	Tuotantovälilehdellä olevassa täytön etenemistä kuvaavassa diagrammissa syttyy virheellisen toiminnan ilmaiseva punainen merkkivalo virheellisen tölkkirivin kohdalle. Ilmoituksen yhteyteen merkitään aseman numero, jolla virhe syntyi virhelähteen tunnistamisen helpottamiseksi
Joku tölkki- tai täyttökoneen lämmittimistä hajoaa tuotannon ollessa käynnissä.	Tuotantovälilehden tarkistuslistaan syttyy punainen valo lämmittimien tilaa esittävään kohtaan ja tuotanto pysähtyy. Lisäksi koska virhe tapahtuu tuotannon aikana, operaattorille näytetään popup-ikkuna, joka kertoo millä linjan radalla ongelma on ja ehdottaa poistamaan rivin käytöstä diagnostiikkavälilehdelä.
Muut anturivirheet	Diagnostiikkasivulta löytyy konekohtainen listaus, joka näyttää aktiiviset virheet, sekä virhehistorian erikseen. Virheen yhteydessä kerrotaan virhekoodi ja siihen lisätään toiminto, jolla on mahdollista tarkastaa tietokannasta, missä koneen osassa virhe syntyi.

### 6.3.2 Wikipohjainen käyttöohje vikadiagnosoinnin tukena

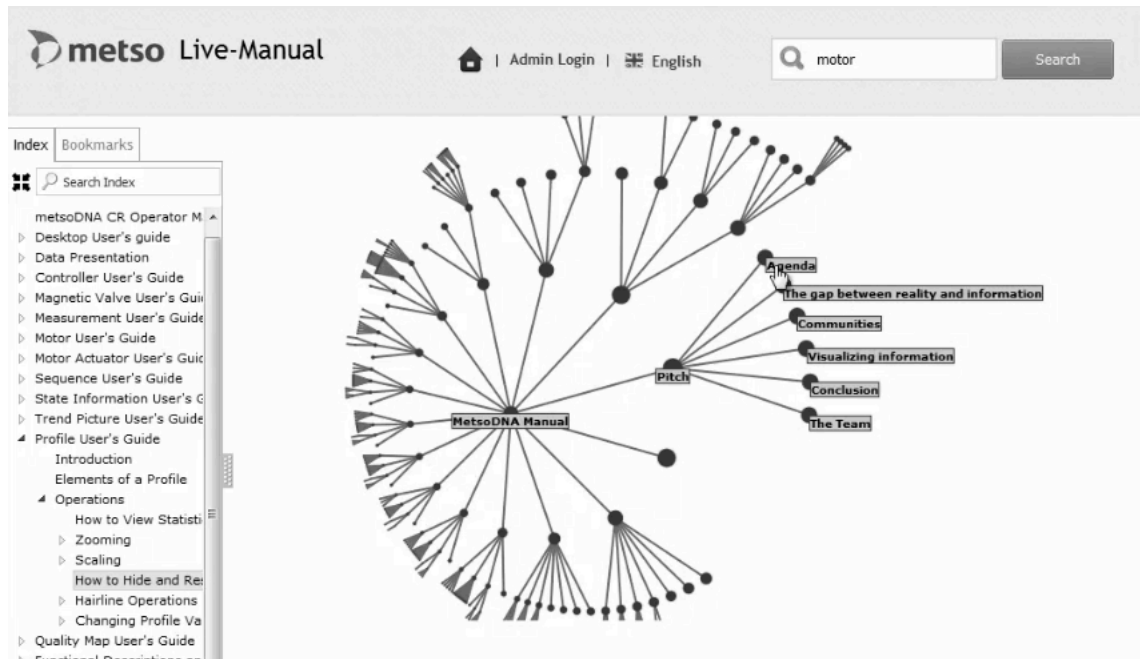
Eräs työn tavoitteista oli luoda järjestelmä, jonka ongelmatilanteiden ratkaiseminen on mahdollisimman helppoa. Entinen juomapakkauslinjasto ja sen käyttöliittymä olivat niin monimutkaisia, että käyttöönoton ja varsinaisen käytön tueksi tarvittiin kattava käyttöohjeistus, joka oli suunnittelua aloittaessa toteutettu perinteisessä paperimuodossa. Käyttöohjekansioissa on listattu toimenpiteet, jotka ovat välttämättömiä pakkauslinjan käyttökuntoon saamiseksi.

Perinteisen käyttöohjeen ongelmana on tiedon vaikea löydettävyyys. Ongelmatilanteissa ensinnäkin itse käyttöohjekirjan löytäminen ja toiseksi oikean kohdan löytäminen käyttöohjeesta on vaikeaa. NykYTEknikka tarjoaa käyttöohjeeksi paljon tehokkaamman vaihtoehdon: sähköisen, wikimuotoisen ohjekirjan, joka sijaitsee internetpalvelimella, tai lokaalina kopiaa käyttöliittymätietokoneella.

Wikiteknologia on kehitetty siirtämään tietoa yksinkertaisella alustalla, jolla on useita ylläpitäjiä. Näin vältetään perinteisen internetteknologian pullonkaula, jossa yksi webmaster on vastuussa kaikesta sisällön päivittämisestä ja teknisestä ylläpidosta. Wikiteknologiaa käyttäessä useat käyttäjät voivat lisätä ja kommentoida sivuston sisältöä. Tämä edesauttaa ennen kaikkea hiljaisen tiedon siirtymistä järjestelmän käyttäjien välillä, mikä on merkittävä etu järjestelmää käytettäessä ja kehittäessä.

Tässä suunnitteluprojektissa on selvitetty Tamperelaisen startupyrityksen tarjoamaa Live-Manual-wikipohjan toimivuutta Lamican Oy:n tarpeisiin. Live-Manual on alun perin Demolaprojektina syntynyt käyttöohjealusta, joka käyttää hyväkseen wikiteknologian lisäksi myös QR-koodeja. QR-koodi on kaksiulotteinen viivakoodi, joka voi sisältää erilaista tietoa: tekstiä, kuvan, tai linkin halutulle nettisivustolle tai kovalevysijaintiin. Demola puolestaan on avoimeen innovointiin perustuva tamperelainen yritys, jonka tavoitteena on yhdistää osaavat opiskelijat ja yritykset, joilla on ongelma, joka voitaisiin ratkaista opiskelijoiden osaamisen avulla.

Live-Manual tarjoaa yrityksen käyttöön wikipohjaisen, jäsennellyn tietoinfrastruktuurin, jossa tiedon etsiminen on tehty mahdolliseksi eri työkaluja hyväksikäyttäen. Tämä on hyvin tärkeä etu käyttöohjeen käytettävyyttä ajatellen. Erilaisten hakusanahakujen lisäksi järjestelmä mahdollistaa tiedon etsimisen kehittyneiden graafisten hakutoimintojen avulla. Niiden kautta käyttäjän on mahdollista löytää tarvitsemansa tieto, vaikka hän ei tietäisikään tarkkoja hakusanoja, jotka ongelmaan liittyvät. Kuvassa 18 on esitetty yksi Live-Manualin tarjoama graafinen etsintätoiminto.



Kuva 18 Live-Manualin graafinen etsintätoiminto

Toinen LiveManualin käyttöön liittyvä ja tähän projektiin hyvin arvokas lisä on wikialustaan liittyvä mahdollisuus lisätä käyttöohjeen yhteyteen kommentteja ja lisätietoja kustakin ohjeaiheesta. Tämä on erittäin arvokasta, koska monimutkaisen laitteen käyttöön, huoltoon ja ylläpitoon liittyy paljon hiljaista tietoa, joka jää nykyisellään ainoastaan ammattitaitoisen huoltohenkilöstön tietoon. Mikäli tämä tieto saataisiin LiveManualin kautta laajemmin jakoon, täyttölinjan käyttö ja huolto helpottuisivat merkittävästi.

Vaikka wiki mahdollistaa hiljaisen tiedon siirtämisen, tieto ei kuitenkaan siirry automaattisesti. Wikikäyttöliittymää käyttöön otettaessa tulee asettaa erityistä huomiota wikin käyttäjien motivointiin. Ei voida olettaa, että henkilöstö motivoituisi automaattisesti hiljaisen tiedon lisäämiseen järjestelmään. Siksi järjestelmän käyttöönotto tulee suunnitella hyvin ja sen aktiivisesta käytöstä tulee palkita. Wiki mahdollistaa käyttäjien aktiivisuuden seuraamisen, joten aktiivisesti hyödyllistä tietoa tuottaneet käyttäjät tulee palkita, jotta heille syntyisi kannustin jakaa arvokasta tietoa. Palkinnon ei ole pakko olla pelkästään rahallinen bonus, vaan siihen voi hyvin sisältyä muunkinlaista huomiointia.

Järjestelmän virhediagnostiikkaa suunnitellessa on käytetty taustalla ajatusta yhdistää virheilmoitukset sähköiseen käyttöohjeeseen. Linkittäminen voidaan tehdä avaamalla virheen kannalta relevantti ohjekirjan sivu suoraan käyttöliittymänäytöllä. Vaihtoehtoisesti linkittämisessä voidaan käyttää hyödyksi LiveManualiin sisäänrakennettua QR-kooditeknologiaa, jonka avulla erillisellä lukulaitteella (esim. älypuhelin) luettava koodi ohjaa käyttäjän oikealle wikikäyttöohjeen sivulle. Kummassakin lähestymistavassa on etunsa ja yksi tämän työn tarkoituksista oli selvittää kumpi tapa olisi käyttäjän toiminnan kannalta järkevämpi. Tätä käsitellään luvussa 8.2.3.



### 6.3.3 Virhediagnostiikkavälilehti, ensimmäinen iteraatio

Käyttöliittymään sisällytetään diagnostiikkavälilehti, jonka tarkoituksena on auttaa operaattoria ja lähitukihenkilöä tunnistamaan, mistä linjan virheilmoitukset johtuvat ja voiko tukihenkilö poistaa ne itse, vai tarvitaanko paikalle lähitukihenkilö tai Lamicanin huoltohenkilöstöä. Virhediagnostiikkavälilehti toimintoinen on esitetty kuvassa 19.

**CAN MACHINE**

ACTIVE		HISTORY		ALARMS
TIME	UNIT	PART ID	PROBLEM	PROCEDURE
OK	26.06.89 16:20:00			

**FILLING MACHINE**

ACTIVE		HISTORY		ALARMS
TIME	UNIT	PART ID	PROBLEM	PROCEDURE
OK	26.06.89 16:20:00			

**ACTIVE FILLING TRACKS**

1	ON	OFF
2	ON	OFF
3	ON	OFF
4	ON	OFF
5	ON	OFF
6	ON	OFF

+

Kuva 19 Diagnostiikkavälilehti

Diagnostiikkavälilehti jaettiin tuotantovälilehden tapaan kahteen osaan: ylempänä esitettyyn tölkkikoneeseen ja alempana esitettyyn täyttökoneeseen. Molempien koneiden virhetiedot esitetään listauksena, jossa näkyvissä oletuksena ovat aktiiviset hälytykset. Käyttäjille tarjotaan myös mahdollisuus tarkastella jo ratkaistuja virhetiloja aktiivisten hälytysten vierestä löytyvällä välilehdellä.

Virhetieto koostuu viidestä osasta:

- Virheen tapahtumisaika
- Toimintoyksikkö, jossa virhe tapahtui (esim. Body material unwinding)
- Osan ID (joko kirjantunnus tai QR-koodi)
- Ongelman lyhyt kuvaus
- Toimintaohje operaattorille (kuittaa tieto vastaanotetuksi, ota yhteyttä lähitukihenkilöön tai muut operaattorin työnkuvan mukainen ohje)

Näiden tietojen perusteella operaattorin ja lähitukihenkilön on mahdollista tunnistaa missä koneen osassa virhe on syntynyt ja osan ID-tiedon perusteella myös löytää virheestä ilmoittanut anturi. Tässä iteraatiossa virheen antaneeseen anturin käyttöohjetie-

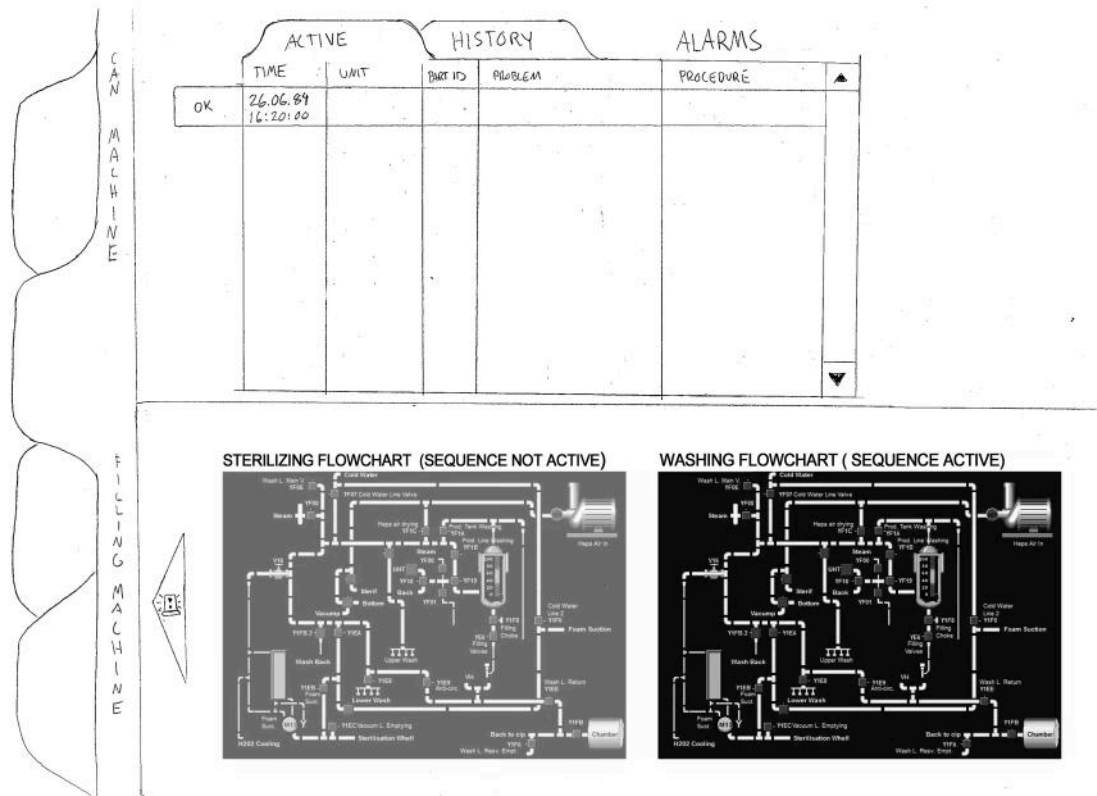
toihin linkitetään QR-koodilla, joka on tarkoitus lukea erillisellä lukulaitteella. Käyttöohjeen tietojen perusteella lähitukihenkilö saa automaattisesti tiedon siitä, minkälaisesta anturista on kysymys ja missä anturi fyysisesti sijaitsee. Nämä tiedot auttavat ongelmanratkaisussa ja mikäli lähitukihenkilön osaaminen ei riitä ongelman poistamiseen, hänellä on kuitenkin riittävät tiedot ongelman kuvaamiseen huoltohenkilöstölle. QR-koodille jää listauksessa suhteellisen vähän tilaan, joten se täytyy voida klikata suuremmaksi lukemista varten. Kuten edellisessä luvussa mainittiin, on vielä selvítettävä tarjotaanko linkki luettavana QR-koodina, vai suorana näytölle avautuvana uutena sivuna.

Virhetiedot jaettiin kahteen luokkaan: kriittiset, linjan toiminnan pysäyttävät virheet ja ei-kriittiset, informatiiviset virheilmoitukset. Näiden kahden virhetyypin ero tulee tehdä selväksi värikoodaamalla kriittiset ilmoitukset punaiseksi ja ei-kriittiset keltaiseksi. Virheilmoitusten yhteydessä tulee esittää toimintaohje operaattorille: ei-kriittisten virheiden osalta operaattorille tarjotaan toiminto, jolla virhetilanne kuitataan havaituksi. Kuitauspainike tulee sijoittaa virherivin jatkeeksi, jotta se assosioituu oikeaan virheeseen. Kuittaaminen tällä tavalla vaatii myös yhden klikkauksen vähemmän, kuin aikaisempi kuitaussekvenssi, jossa käyttäjä ensin valitsee kuitattavan virheen aktiiviseksi ja painaa tämän jälkeen kuitauspainiketta. Kriittisten virheiden osalta operaattorille tarjotaan ohje ottaa yhteys lähitukihenkilöön.

Diagnostiikkavälilehdeltä, täyttökoneen toimintoryhmän oikeaan reunaan sijoitettiin toiminto, jolla on mahdollista kytkeä yksittäinen täyttökoneen rata pois käytöstä. Tämä toiminto on tarpeellinen esimerkiksi silloin, kun joku yksittäisen radan lämmittimistä menee epäkuntoon. Tuotantoa voidaan edelleen jatkaa viidellä radalla kytkemällä viallinen rata pois käytöstä. Operaattori saa kehotuksen toimia näin täyttökoneen virhelistauksessa kohdassa ”procedure”, mikäli virhe on sellainen, joka pystytään ohittamaan poistamalla virheellinen rata käytöstä.

Koska virhediagnostiikkavälilehdellä haluttiin esittää muutakin diagnostiikkatietoa, kuin pelkät virheilmoitukset, aivan täyttökoneen toimintoryhmittelyn oikeaan reunaan sijoitettiin nuoli, jolla käyttäjä voi navigoida pesu- ja sterilointitoimintoihin liittyvään lisätietoon. Nuolta painamalla alempi, täyttökoneen diagnostiikkaa kuvaava toimintoryhmittely rullaa sivulle paljastaen kaksi diagrammia: täyttökoneen pesun venttiilikoh- taista etenemistä kuvaavan diagrammin sekä steriloinnin venttiilikohtaista etenemistä kuvaavan diagrammin. Diagrammeissa on tärkeää se, että ne kuvaavat nimenomaan pesun ja steriloinnin vaiheittaista etenemistä, eivät järjestelmän realistista ulkomuotoa. Siksi kaavio on piirrettävä voimakkaasti yksinkertaistaen kummallekin sekvenssille erikseen. Käyttäjä ei ole kiinnostunut putkiston muodosta, vaan siitä, mikä venttiili ei ole auennut mikäli pesu- tai sterilointisekvenssi ei ole edennyt loppuun asti. Yksinkertaistettu esitystapa tekee tämän tulkinnasta merkittävästi helpompaa.

Kuvassa 20 on havainnollistettu sitä, miten näyttötila muuttuu siirryttäessä tarkastelemaan sekvenssejä. Ainoastaan näytön alapuolelle oleva täyttökoneen toimintoikkuna muuttuu paljastaen täyttökoneen pesun ja steriloinnin sekvenssikaavion. Kuvassa on käytetty sekvenssejä kuvaamaan vanhan järjestelmän kaavioita. Kuvassa esitettyjä kaavioita on vielä tarpeen yksinkertaistaa ja muokata kuvaamaan sekvenssien yksilöllisiä eroja paremmin.



### Kuva 20 Diagnostiikkavälilehdeltä löytyvät sekvenssidiagrammit

Diagrammeista tulisi käydä ilmi, onko pesu- tai sterilointisekvenssi käynnissä. Tässä iteraatiossa tämä toteutettiin diagrammin yläpuolella olevan tekstin lisäksi himmentämällä passivinen ikkuna. Ratkaisua arvioitaessa kävi kuitenkin ilmi, että passiivisestakin diagrammista täytyy pystyä lukemaan sen tiedot, sillä diagrammi toimii hyvänä koulutuksen apuvälineenä. Sen avulla on helppo havainnollistaa järjestelmän toimintaa koulutettaville käyttäjille.

Lähtukihenkilön toimintaa oli mahdollista tukea edelleen lisäämällä diagrammien venttiilien yhteyteen samanlainen QR-koodi, kuin virhelistauksessa. QR-koodi on järkevää esittää pienenä tilan säästämiseksi ja tarjota käyttäjälle mahdollista suurentaa se klikkaamalla lukemista varten. Koodin takaa käyttäjälle annetaan tarkempaa tietoa venttiilin toiminnasta ja sijainnista. Diagrammeista on mahdollista navigoida takaisin hälytyksiin samalla logiikalla, kuin miten diagrammit saatiin näkyviin, painamalla diagrammien vasemmalta puolelta löytyvää nuolta, jossa on hälytystä kuvaava symboli.

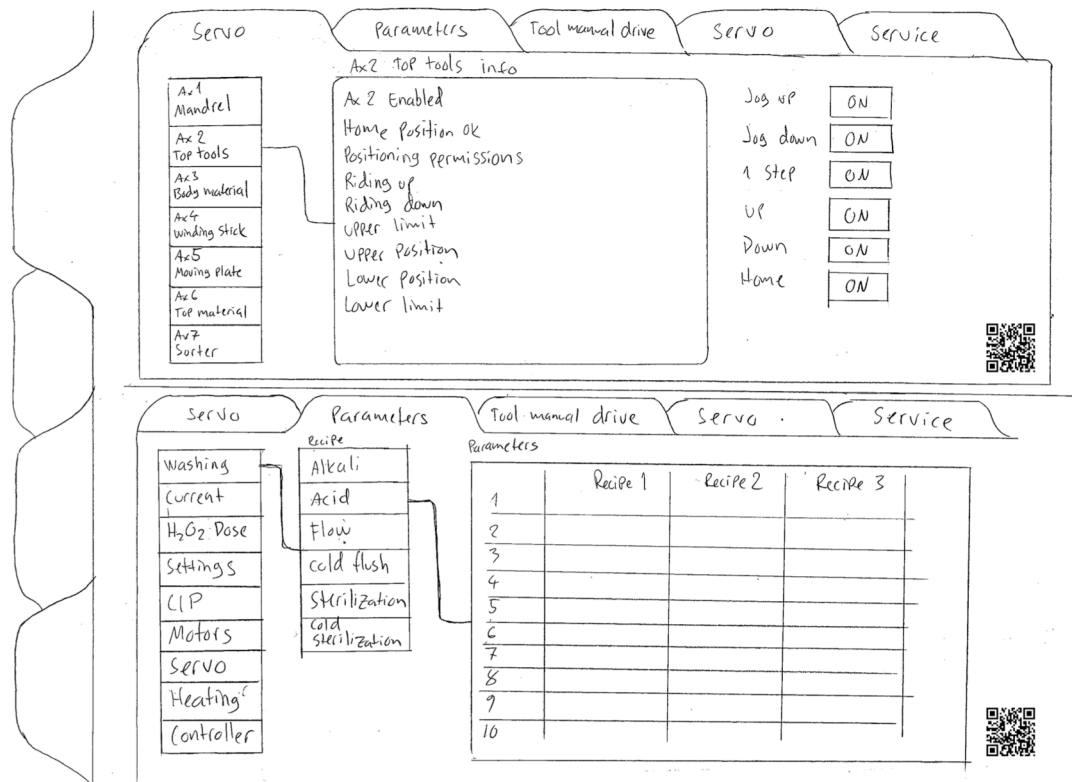
### 6.3.4 Virhediagnostiikkasuunnittelun yhteydessä havaitut ongelmat

Suurin virhediagnostiikan esittämisen ongelma oli ensimmäisen iteraatiokierroksen yhteydessä luotu navigointi. Täyttökoneen virheilmoitusten lisäksi näkyville piti saada diagrammit, jotka kuvaavat pesusekvenssin ja steriloinnin etenemistä. Tässä suunnitelman vaiheessa diagrammit sijoitettiin diagnoosivälilehdelle siten, että niihin pääsee käsiksi kuvassa 20 näkyvän nuolinavigoinnin avulla.

Navigointitapa poikkeaa kuitenkin järjestelmän muusta navigoinnista, mikä todennäköisesti ei ole käyttäjien näkökulmasta intuitiivista. Lisäksi näytön jakaminen kahteen osaan todettiin ohjelmoinnin näkökulmasta hankalaksi, joskin mahdolliseksi. Tärkein löydös oli se, että käyttäjän tavoitteiden kannalta pesu- ja sterilointidiagrammien näyttäminen samanaikaisesti ei ole perusteltua. Sekvenssit eivät koskaan voi olla käynnissä samanaikaisesti, joten toisen diagrammin esittäminen on aina tarpeetonta. Tämän vuoksi diagrammien sijoittelu täytyi miettiä uudestaan.

## 6.4 Neljäs suunnitteluvaihe: uudistetut huoltotoiminnot

Huoltotoimintojen esittämislogiikan suunnittelun suurin haaste oli koneen monimutkaisuudesta johtuva suuri parametrien ja ohjattavien toimintojen määrä. Niiden ryhmittely johdonmukaisiksi kokonaisuuksiksi, joiden välillä navigointi olisi helppoa, oli tästä johtuen haastavaa. Kuvassa 12 on esitelty ensimmäinen versio huoltotoimintojen ryhmitteilyssä. Kuvassa havainnollistetaan tölkkikoneen osalta servomoottoreiden ohjausta ja täyttökoneen osalta parametrivälilehden toimintaa.



Kuva 21 Huoltotoiminnot

Koneen kaikki servomoottorit on listattu tölkkikoneen näytön vasempaan reunaan. Servon nimeä painamalla aukeaa infoikkuna, joka näyttää kyseisen servon tilaan liittyvät tiedot. Tietojen oikealla puolella on kyseisen servon manuaaliajioon liittyvät toiminnot. Toiminnot vaihtelevat jonkun verran servokohtaisesti, mutta niiden paikan pitäisi pysyä samana.

Täyttökoneen osalta kuvassa on havainnollistettu parametrien esitystapaa. Tapa noudattaa samaa logiikka, kuin yllä esitelty servon valinta. Näytön vasemmasta reunasta valitaan mitä parametreja halutaan säätää ja valitut parametrit ilmestyvät näytön oikeaan laitaan.

Kummankin ryhmittelyn vasemmassa alakulmassa on QR-koodi, joka viittaa kyseisen sivun käyttöohjewikisivuun, joka esiteltiin luvussa 6.3.2.

#### 6.4.1 Huoltotoimintojen suunnittelun yhteydessä havaitut ongelmat

Käyttöliittymää arvioitiin fokusryhmäpalaverissa, jossa oli läsnä neljä Lamican Oy:n automaattisuunnittelijaa. Palaverissa kävi ilmi, että parametrien määrä uudessa koneessa on mitä luultavimmin niin iso, että ne eivät mahdu jaetulle näytölle. Huoltotoimintoja kannattikin siis kehittää siten, että kerrallaan näytetään ainoastaan yhden koneen toiminnot. Tällöin tilaa parametreille jää enemmän. Palaverissa kävi myös ilmi, että molempien koneiden parametrien näyttäminen samanaikaisesti ei ollut hyödyllinen ominai-

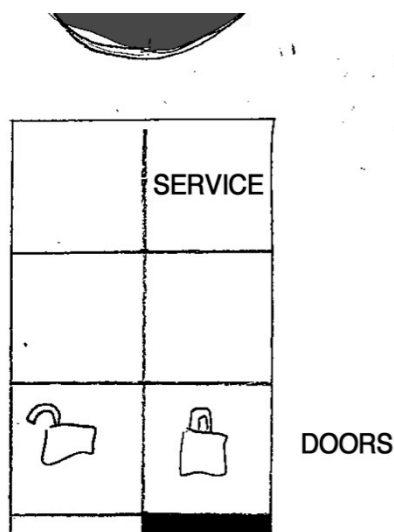
suus. Koneita säädettäessä keskitytään aina jommankumman koneen parametreihin. Niitä ei ole tarvetta muuttaa samanaikaisesti.

## 6.5 Viides suunnitteluvaihe: koko käyttöliittymän toimintojen yhteensovittaminen

Huoltotoimintasuunnittelun ensimmäisen kierroksen jälkeen koko käyttöliittymän alustava malli alkoi olla kasassa. Tässä vaiheessa käyttöliittymän suunniteltuja osia arvioitiin kriittisesti vapaamuotoisissa tapaamisissa Lamican oy:n henkilöstön kanssa, työn ohjaajien kanssa, sekä työssä auttamaan tarjoutuneen käytettävyyssalan ammattilaisen kanssa. Arvioinnin tuloksena suunnitelmasta löydettiin kehittämistä vaatineita alueita, joissa ilmenneiden ongelmien ratkaisua käsitellään tässä luvussa.

### 6.5.1 Käyttäjäroolin valinta: operaattori / huolto

Tässä suunnitteluvaiheessa otettiin ensimmäisen kerran selvästi kantaa huoltohenkilöstön sisäänkirjautumiseen. Normaalissa käyttötilassa huoltovälilehtiä ei näytetä selkeyden vuoksi ollenkaan. Huoltohenkilön sisäänkirjautuminen tapahtuu painamalla pitkään näppäimistöstä löytyvää service login –painiketta. Painamisen jälkeen ruudulle aukeaa salasanaikkuna, jonka kautta käyttäjä kirjautuu sisälle huoltotoimintoihin. Painikkeen paikaksi ehdotetaan suunnitelmassa näppäimistön äärimmäisenä oikeassa yläkulmasta löytyvää painiketta. Sijoittelu on havainnollistettu kuvassa 22.



Kuva 22 Huoltotoimintoihin sisäänkirjautuminen

Järjestelmään saattaa olla järkevää luoda kaksi eri käyttäjäluokkaa: huolto ja lähituki. Tällöin lähitukihenkilölle annetaan vähemmän oikeuksia kuin varsinaiselle huoltohenkilölle. Näin tehtäessä täytyy suorittaa erillinen määrittely toiminnoista, jotka kuuluvat huoltohenkilöille, mutta eivät lähituella. Toiminnot voi näyttää molemmille, mutta lähitukihenkilölle kuulumattomat toiminnot tulee poistaa käytöstä näyttämällä toimintonappi harmaana.

### 6.5.2 Tuotantovälilehti

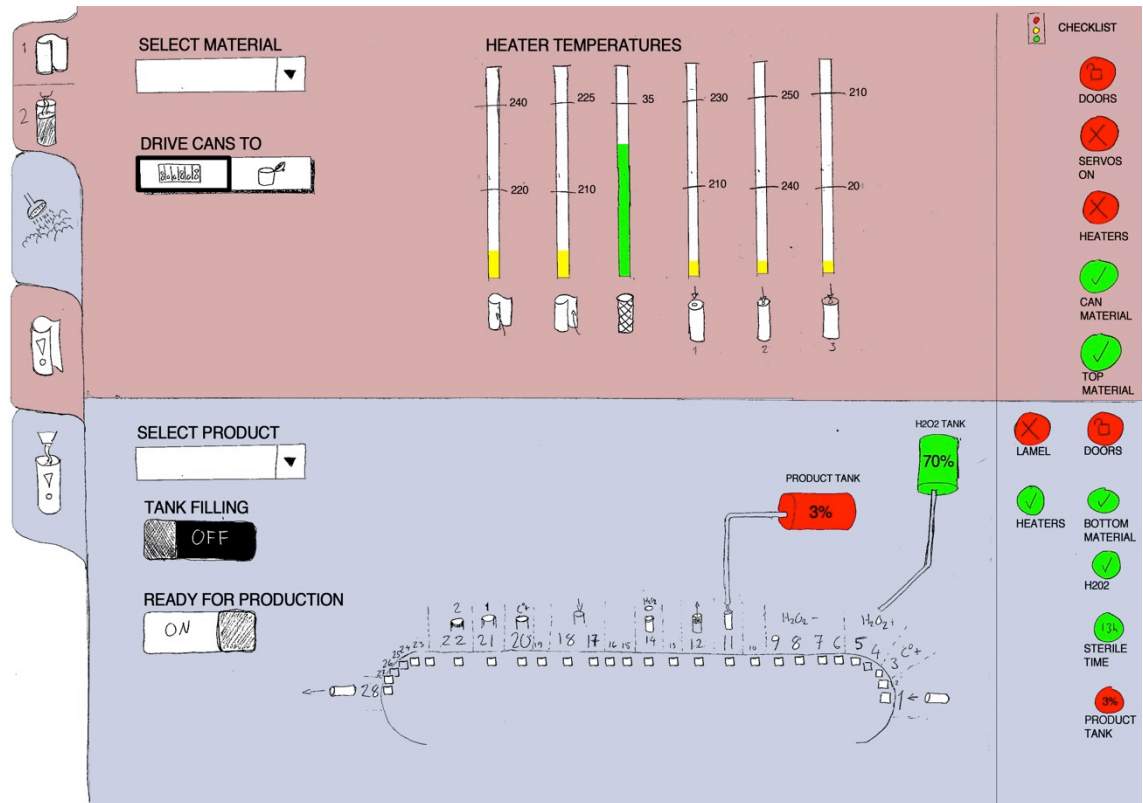
Tuotantovälilehdelle ei tässä vaiheessa tehty suuria muutoksia. Ainoa muutettu yksityiskohta oli tälle välilehdelle ja sitä kautta koko käyttöliittymään päivitetty on/off – painikkeen ulkomuoto. Uudessa kytkimessä käytetään analogisesta kytkimestä tuttua analogiaa, jossa kytkin ilmaisee selvästi missä tilassa se on nyt. Kytkin myös vihjaa ulkonäöllään, että sitä klikkaamalla kyseessä oleva toiminto voidaan kytkeä päälle ja pois.



Kuva 23 käynnistuspainike ja valintapainike

Toinen painikkeisiin liittyvä muutos tarkoittaa valintapainikkeen ulkomuotoa. On tärkeää, että valintapainike (kuvassa 23 purkit hylkyyn tai täyttökoneen makasiiniin ohjaava toiminto) muistuttaa ulkonäöltään painiketta ja antaa siten käyttäjälle vihjeen painikkeen toiminnasta.

On myös tärkeää, että valintapainike eroaa ulkonäöltään toiminnot aloittavasta ja lopettavasta on/off painikkeesta. Tällöin käyttöliittymän käyttöä opetteleva käyttäjä tietää, mihin nappuloihin hän voi turvallisesti koskea aiheuttamatta vahinkoa. Toiminnot voidaan siis jakaa kahteen luokkaan: toimintaa valmisteleva painike (valintapainike, kuva 23) ja toimintaa ohjaaviin painikkeisiin (on/off painike, kuva 23.) Johdonmukaisuuden vuoksi sama logiikka nappuloiden toiminnallisuuden välillä tulee toistua koko käyttöliittymässä.



Kuva 24 Paperiprototyypiversio tuotantovälilehdestä

Kuvassa 24 esitetyllä välilehdellä on myös kuvattu vedosversio tölkkien täyttöä kuvaavasta diagrammista. Diagrammi muistuttaa vanhassa käyttöliittymässä olevaa diagrammia hyvin paljon, joskin asemien toimintaa kuvaavat vaihesymbolit ovat vasta suuntaa antavia. Tärkeimmät erot vanhaan diagrammiin ovat seuraavat:

- Eri täyttöasemien toimintoja havainnollistetaan symboleilla. Näin käyttäjän on helpompi tunnistaa kunkin aseman tehtävä ja löytää mahdollisesti aseman synnyttämän virheen syy
- Sen lisäksi, että lamellin rivejä kuvaavat neliön muotoiset ilmaisimet osoittavat virheellisestä toiminnasta (ilmaisimen muuttuu punaiseksi), ilmaisimen yhteyteen liitetään sen aseman numero, jossa virhe ensimmäiseksi syntyi. Näin käyttäjän on jälleen helpompi tunnistaa, mistä mahdolliset virheet syntyvät.

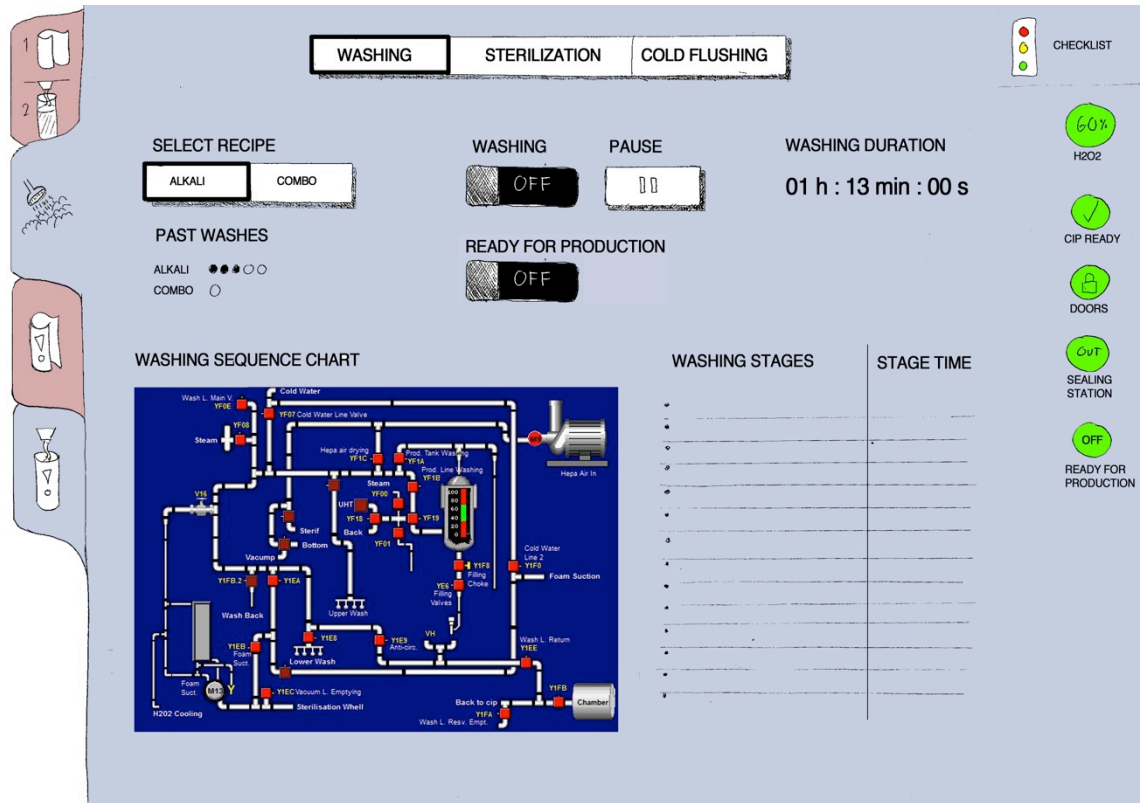
Tuotantovälilehdelle jäi jonkin verran tyhjää tilaa, johon on tarvittaessa mahdollista lisätä käyttäjälle relevanttia tietoa. Mikäli tieto on tärkeä vain huollolle, sitä ei tule esittää operaattorille, vaan ainoastaan silloin kun huoltohenkilö on kirjautunut järjestelmään salasanalla sisälle. Tyhjä tila näytöllä ei ole operaattorin näkökulmasta haitta, vaan se selkeyttää näkymää, koska näytöllä näkyvät eri toiminnot ja tiedot ovat selvästi erillään toisistaan.

### 6.5.3 Puhdistusvälilehti

Puhdistusvälilehdelle tehty suurin muutos oli vain yhden toiminnon (pesu / sterilointi / huuhtelu) näyttäminen kerrallaan. Eri puhdistustoimintojen välillä liikutaan näytön ylä-laidasta löytyvillä valintapainikkeilla. Tämä ryhmittely on perusteltu siten, että käyttäjä tarvitsee vain yhtä pesutoimintoa kerrallaan. Siksi niiden samanaikainen esittäminen tuo



näytölle useita toimintoja, jotka eivät ole relevantteja käsillä olevan tavoitteen kannalta. Toinen tähän ryhmittelytapaan liittyvä merkittävä etu on se, että kun yhdelle toiminnolle on näytöllä enemmän tilaa, pesun etenemistä kuvaava kaavio voidaan sijoittaa tälle välilehdelle. Paikka on jossain määrin loogisempi, kuin aikaisempi sijoitus diagnostiikkavälilehden kakkossivulle, jonne navigointi havaittiin edellisessä suunnittelukierroksessa ongelmalliseksi. Muutoksia on havainnollistettu kuvassa 25.



Kuva 25 paperiprototyypiversio pesuvälilehdestä

Pieninä muutoksina välilehden toimintopainikkeet (pesusekvenssin käynnistäminen ja tauottaminen) on muutettu yhdenmukaisiksi luvussa 6.2.3 esitetyllä tavalla.

#### 6.5.4 Diagnostiikkavälilehdet

Diagnostiikkavälilehti jaettiin tässä suunnittelukierroksessa kahteen osaan: kummallekin koneelle omansa. Ratkaisuun päädyttiin fokusryhmäworkshopissa, jossa todettiin, ettei molempien koneiden virhetietojen näyttäminen samanaikaisesti ole tarpeellista. Lisäksi aktiivisten hälytysten ja hälytyshistorian näyttötapaa on muutettu. Nyt käyttäjälle annetaan mahdollisuus valita valintaruudun avulla mitkä hälytykset listauksessa näytetään.

**FILLING MACHINE ALARMS**

SHOW ACTIVE ALARMS ☒ ALARM HISTORY ☒

TIME	UNIT	PART INFO	PROBLEM	PROCEDURE	NOTE
26.06.84 16:20:00	sterilisation		AX4 Sterile wheel alarm encoder out overspeed	Contact close support	
26.06.84 16:20:00	HEPA air		Hepa air filter pressure difference high	Check the filter	
26.06.84 16:20:00	Filling		Product inlet valve YF18 opening fault	Disable track 6	

NOTE ALL

**ACTIVE FILLING TRACKS**

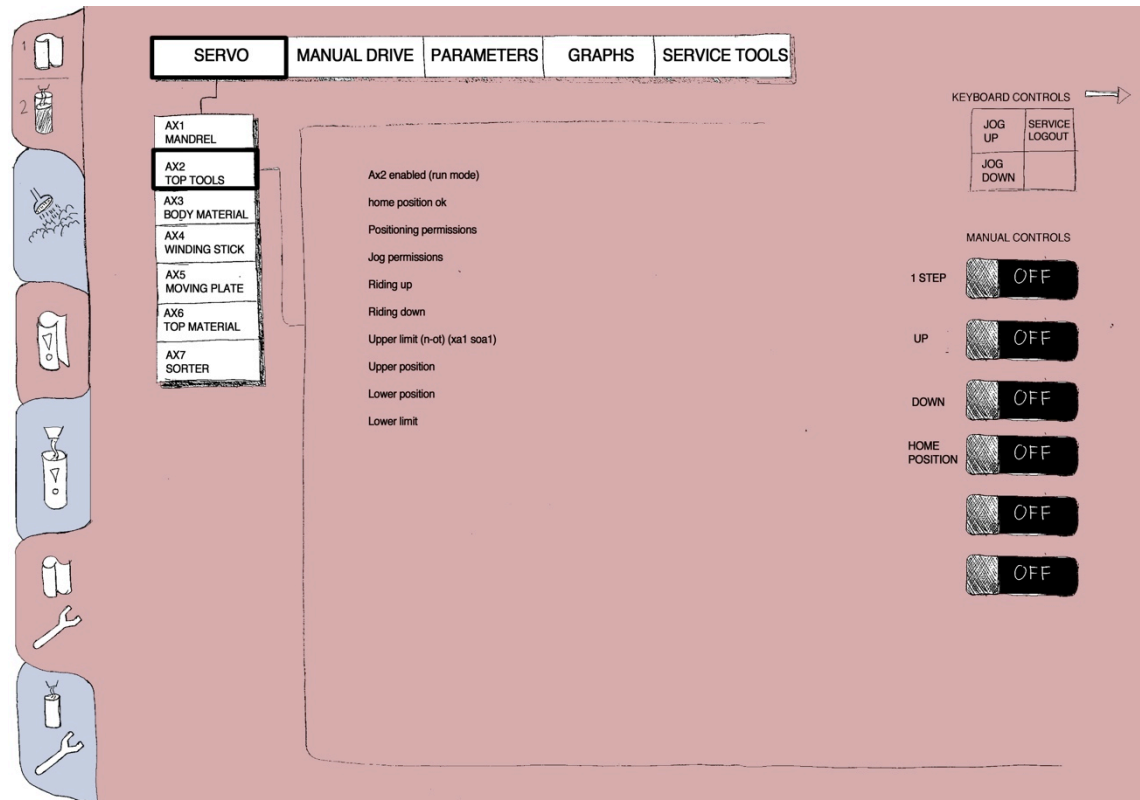
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6

Kuva 26 Täyttökoneen hälytykset

Ratkaisun tarjoama lisätila helpottaa virhetiedon näyttämistä. Virheilmoitukset on mahdollista antaa kahdella tekstirivillä, mikä helpottaa kuvaavan virhetekstin erottamista, mutta myös kasvattaa virheilmoituksille tehtävien toimintopainikkeiden kokoa. Tässä suunnitteluvaiheessa virheet tulee kuitata nähdyn kunkin virheilmoituksen oikeasta reunasta löytyvällä kuittauspainikkeella. Käyttäjälle annetaan myös mahdollisuus kuitata kaikki hälytykset kerralla hälytysrivistön alareunasta löytyvällä ”note all”-painikkeella.

### 6.5.5 Huoltovälilehdet

Suunnittelun lähtökohdaksi otettiin, että huoltovälilehtiä ei ole tarkoituksenmukaista esittää operaattorille lainkaan. Näin käyttöliittymän navigointia saadaan yksinkertaistettua entisestään. Kun huoltohenkilö kirjautuu sisään painamalla pitkään näppäimistön äärimmäisenä oikealla ylhäällä sijaitsevaa painiketta, näytön oikean reunan ilmestyy kaksi uutta navigointivälilehteä. Suunnittelun edellistä vaihetta arvioitaessa kävi ilmi, että molemmilla koneilla on niin monta asetettavaa parametria ja huoltotoimintoa, että niiden sijoittaminen yhtäaikaisesti näytölle voi osoittautua mahdottomaksi. Toimintojen samanaikaisesta esittämisestä ei ole vastaavasti mitään etua, joten molempien koneiden huoltotoiminnot on eritelty omalle välilehdelleen. Tölkkipäin huoltotoimintojen ryhmittely on esitetty kuvassa 27. Tämä tila näytetään sen jälkeen, kun käyttäjä on kirjautunut kuvassa 22 esitellyllä kirjautumistoiminnolla sisään huoltotoimintoihin.



Kuva 27 Tölkkip koneen huoltotoiminnot

Huoltotoiminnot osoittautuivat järjestelmän vaikeimmin suunniteltavaksi osaksi niiden suuren määrän ja yksityiskohtaisuuden vuoksi. Suunnittelutyötä tehdessä ei vielä ollut tarkkaan tiedossa, minkälaisia servoja uuteen järjestelmään asennetaan, kuinka paljon niitä on, ja minkälaisia parametreja niiden ohjaamiseen tarvitaan. Tämän vuoksi tässä työssä huoltotoimintojen käyttöliittymäkuvia ei esitellä lopullisessa yksityiskohtaisessa muodossaan. Sen sijaan kuvassa 27 on esitelty logiikka, jonka mukaan eri laitteiden tietoihin ja parametreihin pääsee käsiksi.

Lisäksi suunnitelmassa ehdotetaan, että osaa koneiden manuaalijon toiminnoista saat- taisi kannattaa ajaa fyysisen näppäimistön avulla. Hypoteesina on, että koneiden eri moottoreiden juoksuttaminen olisi tarkempaa ja miellyttävämpää fyysisten nappuloiden avulla, koska niiden antama taktiilinen palaute helpottaa ohjaamista. Käyttäjä pystyy tuntemaan, koska nappi on pohjassa. Kosketusnäytöllä tarkka ohjaaminen on palautteen puuttumisen vuoksi hankalampaa.

## 7 KÄYTTÖLIITTYMÄKONSEPTIN TESTAUS

Työn tavoitteiden kannalta oli tärkeä varmistua siitä, että tuotetut suunnitteluratkaisut ovat käyttäjien näkökulmasta tarkoituksenmukaisia ja helposti ymmärrettävissä. Pääasiallisesti tämä pyrittiin varmistamaan iteratiivisella suunnittelutavalla, jossa tuotettuja suunnitteluratkaisuja arvioitiin Lamican Oy:n henkilöstön kanssa heti niiden tuottamisen jälkeen. Pääasiallisena apuvälineenä arvioinnissa toimi paperiprototyyppi.

Alustavan testaamisen lisäksi valmista käyttöliittymäprototyyppiä testattiin laajemmin kahden eri testiryhmän kanssa: vanhan järjestelmän osaamistasoltaan edistyneet käyttäjät sekä järjestelmän toimintaa tuntemattomat uudet käyttäjät. Paperiprototyyppiä testatessa yksi tärkeimmistä testattavista alueista oli käyttöliittymän opittavuus. Tämän vuoksi testeihin otettiin mukaan myös koehenkilöitä, joille järjestelmän käyttö ei ollut tuttua. Uudet testikäyttäjät rekrytoitiin Lamicanin toimipistettä lähellä sijaitsevan Walki Oy:n työntekijöiden joukosta.

Uuden käyttöliittymän käytettävyyden tärkein vertailukohta on vanhan käyttöliittymän käytettävyys. Vanhojen käyttäjien osalta vertailu oli helppo tehdä. Uusien käyttäjien osalta tämä ei ollut mahdollista, sillä resurssien puitteissa ei ollut mahdollista kouluttaa testikäyttäjiä käyttämään vanhaa käyttöliittymää. Kokemus oli osoittanut, että käyttö ilman usean kuukauden mittaista koulutusta ei ole mahdollista.

### 7.1 Paperiprototyyppi

Paperiprototyyppiä käytettiin käyttöliittymän testauksen apuvälineenä kaikissa suunnittelun iteraatiokierroksissa. Varhaisen vaiheen rautalankamalleilla pystyttiin varmistamaan, että toiminnot mahtuvat näytölle suurin piirtein oikean kokoisina. Lisäksi paperiprototyyppillä pystyttiin havainnollistamaan toimintojen asettelua sekä alustavaa ulkomuotoa. Paperiprototyyppi toimi myös tärkeänä apuvälineenä suunnittelun toimivuuden varmentamisessa.

Paperiprototyypin luonteesta johtuen testatessa on hyvin vaikea käyttää kvantitatiivisia mittareita (suoritusnopeus, virheiden määrä), joilla määritettäisiin käyttöliittymän käytön tehokkuus. Tämän vuoksi testissä seurataan pääasiassa laadullisia tekijöitä kuten käyttäjien mielipidettä käyttöliittymän helppokäyttöisyydestä yleisesti sekä sitä, kuinka helposti käyttäjät kokevat ymmärtävänsä käyttöliittymän toimintojen merkityksen. Paperiprototyyppöinnin tärkein tavoite oli tunnistaa käyttöliittymässä vielä olevat käytettävyysongelmat. Prototyyppöinnin onnistumisen mittarina käytettiin löydettyjen käytettävyydsvirheiden määrää.

Prototypoinnissa käyttäjille annettu ennakko-ohjeistus on liitteenä 6. Käyttäjille annetut testitehtävät ovat liitteenä 7.

### 7.1.1 Paperiprototyypitestauksen tulokset

Palaute paperiprototyypitesteistä oli kokonaisuudessaan hyvin positiivista. Vanhaa käyttöliittymää aikaisemmin käyttäneet testikäyttäjät löysivät välittömästi uuden käyttöliittymän toiminnot ja pystyivät käynnistämään koneen tuotannon täysin ilman ohjeistusta. Myös uudet käyttäjät suoriutuivat tehtävistä hyvin ja ymmärsivät käyttöliittymän tärkeimmän sisällön ilman opastusta. Tämä oli hyvin rohkaiseva tulos, sillä se tarkoittaa sitä että täysin kouluttamaton peruskäyttäjä pystyy uutta käyttöliittymää käyttäen käynnistämään laitteen tärkeimmät toiminnot vain muutaman minuutin perehdyttämisen jälkeen. Aikaisemmin käytön kouluttamiseen on kulunut kuukausia. Tästä aiheutuva rahallinen säästö on merkittävä.

Käyttäjät kommentoivat uuden käyttöliittymän olevan selkeä ja yksinkertainen. Järjestelmän selväpiirteisyys ja sen käyttäjille tarjoama tuki koettiin erittäin positiivisina parannuksina. Yksittäiseksi parhaaksi parannukseksi käyttäjät nimesivät tuotannon ja pesujen tarkistuslistatiedon, jonka tuella käyttäjät kokivat pystyvänsä näkemään helposti missä tilassa kone kullakin hetkellä olia ja mitä heidän vielä piti tehdä ennen tuotannon tai pesun käynnistämistä. Myös käytetyt alustavat symbolit olivat käyttäjille suhteellisen havainnollisia. Käyttäjät ymmärsivät symbolien merkityksen suurimmassa osassa tapauksista ilman koulutusta tai ohjausta. Tämä viittaa siihen, että esitetyn kaltaisia symboleja kannattaa käyttää myös lopullisessa käyttöliittymäratkaisussa.

Huoltotoimintojen osalta kokeneet käyttäjät pitivät käyttöliittymän tarjoamasta mahdollisuudesta nähdä missä käyttäjä kullakin hetkellä on ja mitä toimintoja hänellä on käytettävissään. Uusi käyttöliittymä vaatii merkittävästi vähemmän muistamista kuin uusi. Yleisesti ottaen kokeneet käyttäjät pitivät uutta käyttöliittymää merkittävästi vanhaa parempana. Tämä kävi yksiselitteisesti ilmi myös seuraavassa luvussa esiteltävistä SUS-kyselyn tuloksista.

Vaikka kokonaisuudessaan prototyyppi todettiin hyvin toimivaksi, paperiprototyyppiä testatessa löydettiin vielä useita parannusta vaativia yksityiskohtia. Kaikki löydetty ongelmat parannusehdotuksineen on esitetty liitteenä 7. Löydetty kriittiset ongelmat on esitelty taulukossa 4

Taulukko 4 Paperiprototyyppitesteistä löytyneet tärkeimmät ongelmat

Sijainti	Ongelma	Ratkaisu	Tärkeys
Tuotanto	“Ready for production” on hämäävä termi. Se assosioituu tuotannon peruskäyttöön. Myös sijoittaminen pesuvälilehdelle on väärä paikka.	Muutetaan muotoon “Finalize machine for washing” ja vaihdetaan on/off nappi yksitoimiseksi. Poistetaan painike pesuvälilehdeltä.	A: Kriittinen
Pesu	Steriloinnissa saumausase- ma kuuluu olla koneen sisällä	Muutetaan tarkistuslistan tieto vastaamaan vaatimusta	A: Kriittinen
Näppäimistö	Näppäinryhmät eivät assosioitu oikeisiin koneisiin	Vahvistetaan assosiaatiota lisäämällä näppäimistön yhteyteen koneiden värit	A: Kriittinen
Huolto	Manuaaliajaja ei pysty kyt- kemään päälle ja pois	Lisätään molempien konei- den huoltonäyttöihin manu- aaliajokytkin, joka on näky- vissä valitusta huoltotoimin- nosta riippumatta. HUOM! Kaikilla välilehdillä pitää nä- kyä onko kone manuaali- vai automaattitilassa, kun huol- totoiminnot on aktivoitu	A: Kriittinen
Täyttöko- neen häly- tys	Active filling tracks assosioi- tuu hälytyksiin. Sen merkitys jää täysin epäselväksi	Sijoitetaan lista niin, että se ei assosioitu hälytyslistauk- seen	A: Kriittinen

Kaikki kriittiseksi merkityt ongelmat olivat sellaisia, että niiden korjaamatta jättäminen olisi heikentänyt käyttöliittymän käytettävyyttä merkittävästi. Tärkeimmät ongelmat liittyivät suurilta osin peruskäytön toimintopainikkeisiin. Niiden sijoittelu tai niihin liit- tyvä terminologia hämäsi käyttäjiä. Korjaukset ongelmiin on esitetty lopullisten näyttö- kuvien yhteydessä luvussa 8.2.

Yhteensä paperiprototyypin testauksessa löydettiin vielä viisi kriittistä ongelmaa, kah- deksan merkittävää ongelmaa ja kuusi huomioimisen arvoista ongelmaa. Tältä osin pro- totyyppitestaus oli erittäin onnistunut, sillä kaikki ongelmat oli mahdollista korjata pro- totyypin lopulliseen versioon.

### 7.1.2 SUS-kyselyn tulokset

Sekä vanhan että uuden käyttöliittymän käytettävyyttä arvioitiin System usability scale (SUS) –kyselyn avulla. Vanhaa käyttöliittymää arvioivat Lamicanin työntekijät, jotka osasivat käyttää järjestelmää sujuvasti. Kyselyyn vastasi 11 Lamicanin työntekijää. Uutta järjestelmää arvioivat välittömästi paperiprototypoinnin jälkeen sekä Lamicanin kokeneet työntekijät (4 kpl) että järjestelmää tuntemattomat käyttäjät (6 kpl.)

Testin tuloksena molemmille käyttöliittymäversioille saatiin käytettävyyssarvosana asteikolla 0-100. Kokeneiden käyttäjien vastausten perusteella laskettu arvosana vanhalle käyttöliittymälle oli 42. Sanallisena kuvauksena tämä tarkoittaa vanhan käyttöliittymän olevan käytettävyydeltään heikko. (Bangor et al., 2009, s.121) Uuden käyttöliittymän paperiprototyyppiä arvioivat vastaukset antoivat uudelle prototyypille arvosanan 86 jota voidaan pitää erinomaisena. (Bangor et al., 2009, s.121) Näiden tulosten perusteella voidaan olla varmoja siitä, että käyttöliittymäsuunnittelu on onnistunut korjaamaan tutkimuksessa löydetty vanhan käyttöliittymän käytettävyyssongelmat tehokkaasti.

## 7.2 Viimeinen suunnittelu vaihe: symbolien ja värien suunnittelu

Paperiprototypoinnista saadun palautteen perusteella suunniteltiin viimeisenä käyttöliittymän värien lopullinen asu, sekä käyttöliittymässä käytettävien symbolien muotokieli. Työn tarkoituksena ei ollut tuottaa lopullista valmista grafiikkaa käyttöliittymän toteutusta varten. Työn osana suunniteltiin kuitenkin alustavia ikoneita sekä alustava värimaailma, jotka helpottavat toimintojen tunnistamista. Käyttöliittymäkonseptissa käytetyt symbolit ja värit on esitetty selkeyden vuoksi omissa aliluvuissaan.

### 7.2.1 Värit

Eri hallintaelimien värikoodaukselle on olemassa erillinen väristandardi, joka määrittelee toimintojen värien yleisesti tunnistettavan merkityksen. Esitettävässä suunnitelmassa on noudatettu tätä standardia mahdollisimman laajan ymmärrettävyyden saavuttamiseksi. Taulukossa 5 on esitetty SFS:n antamat määräykset eri toimintojen värikoodaukselle (SFS-EN981 ja SFS-EN 61 310)

Taulukko 5 Väristandardin mukainen värien käyttö

Väri	Toiminto
Musta	Seis
Valkoinen	Käyntiin
Punainen	Hätätilanne, esim hätäpysäytys
Sininen	Pakollinen toiminto, esim. Kuittaus
Keltainen	Poikkeava tilanne, häiriö

Sähkölaitteistostandardi (SFS-EN 60 204-1) sallii myös vihreän (päälle) ja punainen (pois) käyttämisen, mutta se on standardina yleinen, joten väristandardi menee sen edelle. Väristandardin mukaan punainen merkitsee koneen hätäpysäytystä, mistä ei tietenkään normaalin toiminnan sammuttamisessa ole kysymys. (Siirilä, 2009, s. 236). Tämän perusteella näppäimistöpaneelin väreiksi kannattaa valita nimenomaan musta ja valkoinen. Koska oletusvärejä on alemman näppäinryhmän osalta joka tapauksessa pakko muuttaa, jotta toimintojen johdonmukaisuus säilyy, myös ylemmän näppäimistöryhmän värien muuttaminen väristandardia vastaavaksi pitäisi olla mahdollista. Lisäksi tällä värivalinnalla vältetään ongelmat, jotka punavihersokeat käyttäjät kokisivat alkuperäisen värivalinnan kanssa. Käyttöliittymän toimintovärit valittiin tähän standardiin perustuen.

Värisuunnitteluvaiheessa käyttöliittymän lopulliset taustavärit vaihdettiin. Perusteena vaihdokselle oli tummemman värimaailman kokonaisvaltaisempi toimivuus mustavalkoisena. Värit on valittu siten, että niiden valoisuus eroaa kaikilta merkittäviltä osin riittävästi toisistaan. Tällöin täysin värisokeatkin käyttäjät pystyvät tulkitsemaan eri värien merkityksen. Lopulliset värit HTML-värikoodeineen sekä merkityksineen on esitetty taulukossa 6.

**Taulukko 6** Ehdotus käyttöliittymässä käytettävistä väreistä

Väri ja HTML-koodi	Merkitys
Musta: #000000	Seis
Valkoinen: #ffffff	Käynnistä, navigointi
Vihreä: #267400	Ok
Keltainen: #d9c900	Huomio!
Punainen: #e41e26	Häiriö!
Harmaa: #7c7c7c	Tölkkipöytä
Tummansininen: #414968	Täyttökone


Käyttöliittymän pääasiallisena tekstivärinä käytetään valkoista. Poikkeuksena tähän ovat valkoisten painikkeiden päällä olevat tekstit, jotka ovat mustia.

## 7.2.2 Symbolit

Suunnittelun osana tuotettiin ehdotus ikoneista, joilla eri toimintoja voidaan kuvata. Tässä luvussa esitettyjen suuntaisia ikoneja käytettiin paperiprototyyppitestauksessa ja ne havaittiin kohtuullisen toimivaksi. Siksi esitettyjä logoja kannattaa käyttää jatko-suunnittelun pohjana. Taulukossa 7 on esitetty ehdotukset navigoinnin välilehtien logoiksi selityksineen.

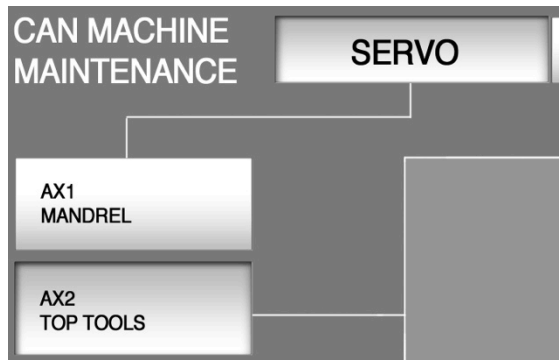


Taulukko 7 Käyttöliittymän välilehtien symbolit

	<p><b>Tuotantovälilehti.</b> Kuvakkeen taustaväri on jaettu kaksiosaiseksi kuvaamaan sekä tölkkikoneen (ylempi) ohjausta että täyttökoneen (alempi) ohjausta. Ylempi kuvake kuvaa runkomateriaalista muodostumassa olevaa tölkkiä. Alempi kuvake kuvaa tölkin täyttöä.</p>
	<p><b>Pesuvälilehti.</b> Taustavärinä käytetään täyttökoneen tunnusväriä vahvistamassa assosiaatiota täyttökoneen toimintaan. Kuvakkeessa esitetään suutinta, joka sylkee vettä. Kuvake havaittiin testauksessa epäselväksi, joten sen kehittäminen on välttämätöntä.</p>
	<p><b>Tölkkikoneen hälytykset.</b> Taustavärinä tölkkikoneen tunnusväri. Kuvakkeessa on tuotantovälilehdeltä tutun tölkkisymbolin lisäksi keltainen huutomerkki, joka vilkkuu punaisena kun kone on hälytystilassa.</p>
	<p><b>Täyttökoneen hälytykset.</b> Taustavärinä täyttökoneen tunnusväri. Noudattaa samaa logiikkaa, kuin tölkkikoneen hälytysikoni.</p>
	<p><b>Tölkkikoneen huoltotoiminnot.</b> Taustavärinä tölkkikoneen tunnusväri. Tölkkisymbolin lisäksi kuvat työkaluista. Huom! Näytetään ainoastaan huoltotilassa.</p>
	<p><b>Täyttökoneen huoltotoiminnot.</b> Taustavärinä täyttökoneen tunnusväri. Noudattaa samaa logiikkaa, kuin tölkkikoneen huoltotoimintoikoni.</p>

Ikoneiden käyttö sai paperiprototyypitesteissä vanhoilta käyttäjiltä erittäin positiivista palautetta ja käyttäjät ymmärsivät niiden merkityksen ongelmitta. Myös uudet käyttäjät ymmärsivät symboleiden merkityksen suhteellisen nopeasti, joskaan eivät täysin ilman virheitä. Muutamat käyttäjät assosioivat hälytyssivujen ikonit tuotantoon. Navigoituaan hälytyssivuille käyttäjät ymmärsivät kuitenkin ikonien merkityksen ja on syytä olettaa, että jatkossa käyttäjät muistaisivat ikonien merkityksen hyvin. Loput symbolit selityksiin on esitetty liitteiden 8, 9 ja 10 taulukoissa.

Kuvassa 28 esitellään vielä yksi mahdollisuus tehdä navigoinnista havainnollisempaa grafiikan keinoin. Huoltosivujen navigointia on mahdollista tukea yhdistämällä käyttäjän navigoima polku toisiinsa viivoilla. Näin käyttäjä havaitsee selvästi ja yksiselitteisesti mitä polkua pitkin hän on navigoinut nykyiseen näyttötilaan.



**Kuva 28 Huoltotoimintojen navigoinnin selkeyttäminen**

Myös viivojen käyttö navigoinnin selkeyttämisessä sai paperiprototyypitessä hyvin positiivista palautetta, joten mikäli se on toteutettavissa kohtuullisella työmäärällä, se kannattaa ottaa osaksi toteutusta.

## 8 LOPULLINEN KÄYTTÖLIITTYMÄKONSEPTI

Tässä luvussa esitellään lopullisen käyttöliittymäkonseptin ulkoasu, sekä kunkin toimintoryhmän kannalta merkityksellisimmät yksityiskohdat. Ensimmäisessä aliluvussa esitetään periaatteet, joiden noudattaminen on käyttöliittymän internationalisoinnin kannalta välttämätöntä. Luvussa 8.2 puolestaan käydään läpi lopullinen käyttöliittymäkonsepti, joka on tämän työn tärkein tulos.

### 8.1 Suunnittelu internationalisoinnin näkökulmasta

Käyttöliittymäprototyypissä toteutuksessa pitää huomioida seuraavat seikat, jotta se olisi mahdollisimman helposti lokalisoitavissa.

- Käyttöliittymä tulee toteuttaa siten, että sen tekstit haetaan tietokannasta, tai erillisestä tiedostosta. Näin käyttöliittymän kielialueen muuttaminen helpottuu.
- Tekstejä ei saa upottaa toimintopainikkeisiin. Nekin tulee hakea erillisestä tiedostosta, jotta painikkeita ja ikoneita ei tarvitse toteuttaa uudestaan kielialuetta muutettaessa.
- Myös käyttöliittymän taustavärien muuttaminen tulee tehdä helpoksi. Näin eri kieliversiot voidaan tarvittaessa lokalisoida myös värisuunnittelun osalta. Kirjallisuuden perusteella valitut värit ovat neutraaleja tai niillä on positiivinen merkitys Aasialaisessa kulttuurissa. Oletuksena siis on, että näitä värejä voidaan käyttää muutoksitta. Suunnittelun toimivuus on kuitenkin syytä vahvistaa kohdekulttuurin edustajien kanssa.
- Käyttöliittymän toimintalogiikka on tämän työn konseptissa ryhmitelty siten, että lukusuunnat vasemmalta oikealle ja ylhäältä alas toimivat parhaiten. Mikäli tulevaisuudessa asiakkaiksi saadaan yrityksiä maista, jossa lukusuunta on oikealta vasemmalle, näyttö kannattaa kääntää peilikuvaksi sekä toimintojen, että näppäimistöpainikkeiden osalta. Näin logiikka, jossa käyttäjä lukee ensin informaation, jonka perustella hän toimii, säilyy ehjänä. Käyttöliittymän peilikuvaksi kääntäminen ei kuitenkaan ole ehdottoman kriittistä, sillä lukusuunta ei esimerkiksi vaikuta käyttöliittymägrafiikan merkitykseen.

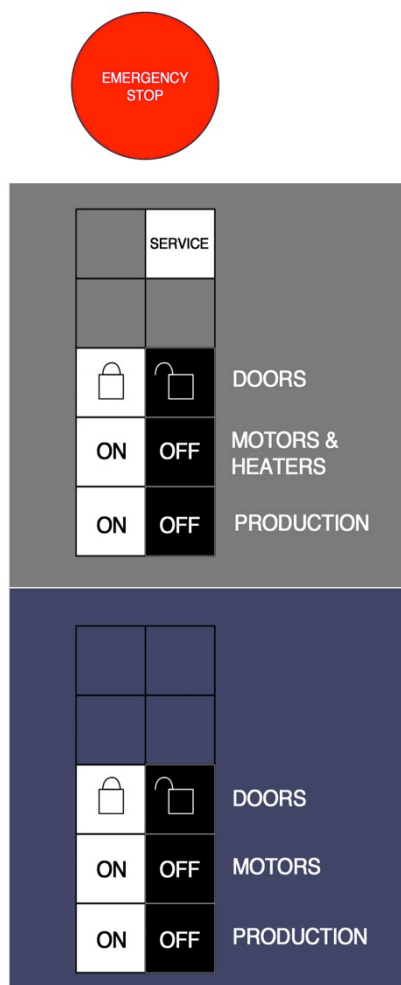
Näiden tekijöiden huomioiminen vähentää käyttöliittymän lokalisointikustannuksia ja lisää järjestelmän toimivuutta eri kulttuuripiireissä. Koska kyse on teollisten markkinoiden tuotteesta, kulttuurilliset merkitykset eivät ole aivan niin kriittisiä kuin kuluttajamarkkinoilla. Tärkeintä on käyttöliittymän selkeys ja käytön helppous. Tällä perusteella voidaan olettaa, että käyttöliittymä voidaan julkaista esimerkiksi Kiinassa ilman suurempaa muutostarvetta.

## 8.2 Lopulliset käyttöliittymäkuvat

Tutkimuksessa selvisi, että koko käyttöliittymän toteuttamisessa kannattaa huomioida seuraavat seikat:

- Toimintopainikkeet kannattaa tehdä todella isoiksi. Tämä nopeuttaa käyttöä ja tekee käytöstä tarkempaa. Koneita käytetään varsinkin käyttöönottovaiheessa katsomatta näytölle, jolloin toimintoihin osuminen pitää olla helppoa.
- Samasta syystä johtuen eri toiminnot kannattaa sijoittaa riittävän etäälle toisistaan
- Suurikokoiset toiminnot, grafiikka ja teksti mahdollistavat myös sen, että näytökuvat on mahdollista skaalata suoraan pienemmälle näytölle. Tämä saattaa tulla tarpeeseen, mikäli käyttöönoton ja huollon avuksi päätetään ottaa erillinen tabletilla toimiva käyttöliittymä
- Tarkistuslistatiedot tulee sijoittaa siihen järjestykseen, jossa käyttäjän odotetaan suorittavan toiminnot. Järjestys on esitetty käyttöliittymäkuvissa.

Kuvassa 29 on esitetty lopulliset näppäimistötoiminnot.

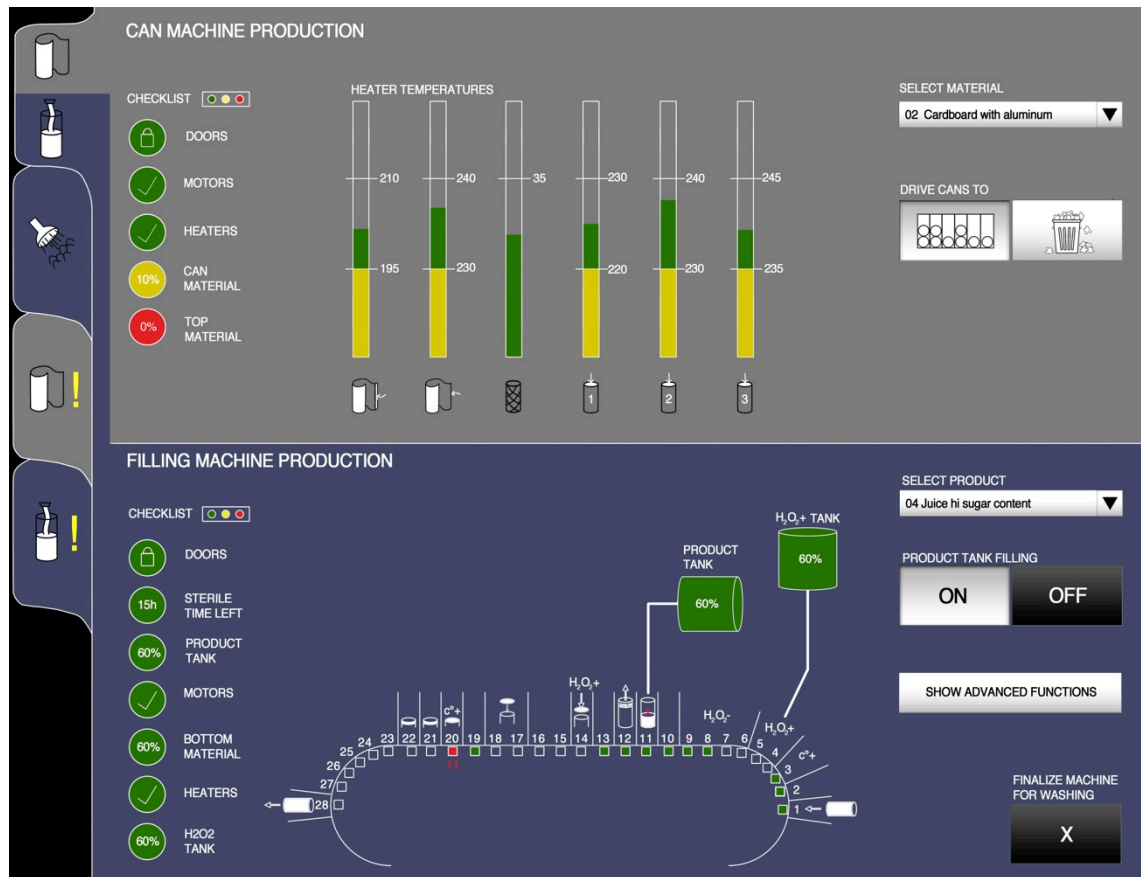


Kuva 29 Käyttöliittymän näppäimistön lopulliset toiminnot

Muutoksena aikaisempaan versioon lukitustoiminnon symbolit vaihdettiin toisin päin, jotta koneen käynnistyssekvenssi tapahtuu kokonaan vasemmanpuoleisilla näppäimillä. Seuraavaksi esitellään käyttöliittymän lopullinen ulkoasu toimintoryhmittäin.

## 8.2.1 Lopullinen tuotantovälilehti

Kuvassa 30 on esitelty tuotantovälilehden ulkonäkö, värimaailma ja toiminnot.

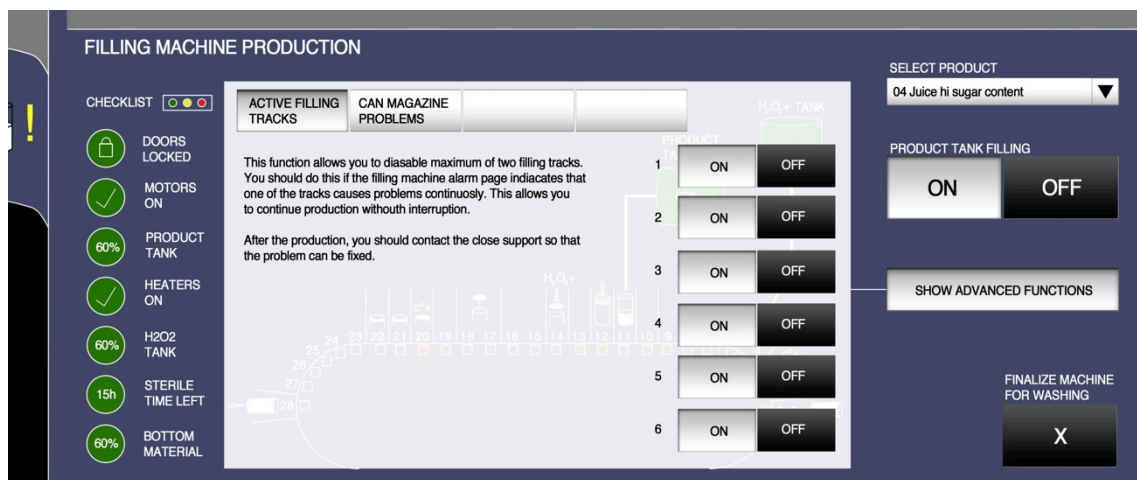


Kuva 30 Lopullinen tuotantovälilehti

Välilehden tärkeimmät huomioitavat yksityiskohdat ovat seuraavat:

- Kahteen osaan jaettu välilehti tulee toteuttaa niin, että assosiaatio molempiin koneisiin toteutuu sekä välilehtipainikkeessa että koko välilehdellä. Kuvassa 27 tämä on toteutettu yhdistämällä alempana sijaitseva täyttökone välilehteen sini-sellä viivalla.
- Tarkistuslistassa keltaiseksi menevät ilmaisimet (tölkkimateriaalit, tuotetankki, H2O2-tankki, steriiliysaika) pitää asettaa vilkkumaan keltaisen ja vihreän välillä kun niiden arvo saavuttaa asetun alarajan. Tämä helpottaa myös prosenttitekstin lukemista, sillä valkoinen teksti keltaisella pohjalla erottuu huonosti.
- Täyttökoneen toimintaa kuvaava diagrammi toimii lähes samalla periaatteella, kuin entisen käyttöliittymän diagrammi. Erona vanhaan on, että aseman virheelisestä toiminnasta ilmoittavan punaisen neliön alle ilmestyy numero, joka kertoo millä asemalla virhe syntyi. Numeron lisäksi virheasemaa ilmaistaan aseman kohdalle syntyvällä huutomerkillä. (Asema 11)

- ”Finalize machine for washing” –painikkeen painamisen jälkeen käyttäjälle näytetään ponnahtusikkuna jossa käyttäjälle kerrotaan, että viimeistelyn jälkeen kone on pakko pestä ennen uutta tuotantoa. On tärkeää, että painikkeen yhteydessä käytettävä termi ei liity tuotantoon. Esimerkiksi termi ”production ending” assoisioitui normaaliin tuotannon väliaikaiseen sammuttamiseen, mikä on aivan eri toiminto.
- Kun huoltohenkilö on kirjautunut järjestelmään, välilehdellä tulee näyttää tieto siitä, onko järjestelmä manuaalijä- vai automaattijätilassa. Tämä voidaan tehdä esimerkiksi lisäämällä huoltotilassa molempien koneiden tarkistuslistaan kohta ”Automatic drive”
- Käyttäjälle tarjotaan kustoimitavissa olevia apuvälineitä ja infoa ongelmatilanteiden korjaamiseen. Apuvälineet näytetään painamalla show advanced functions –painiketta. Niiden sisältö on esitetty kuvassa 31.

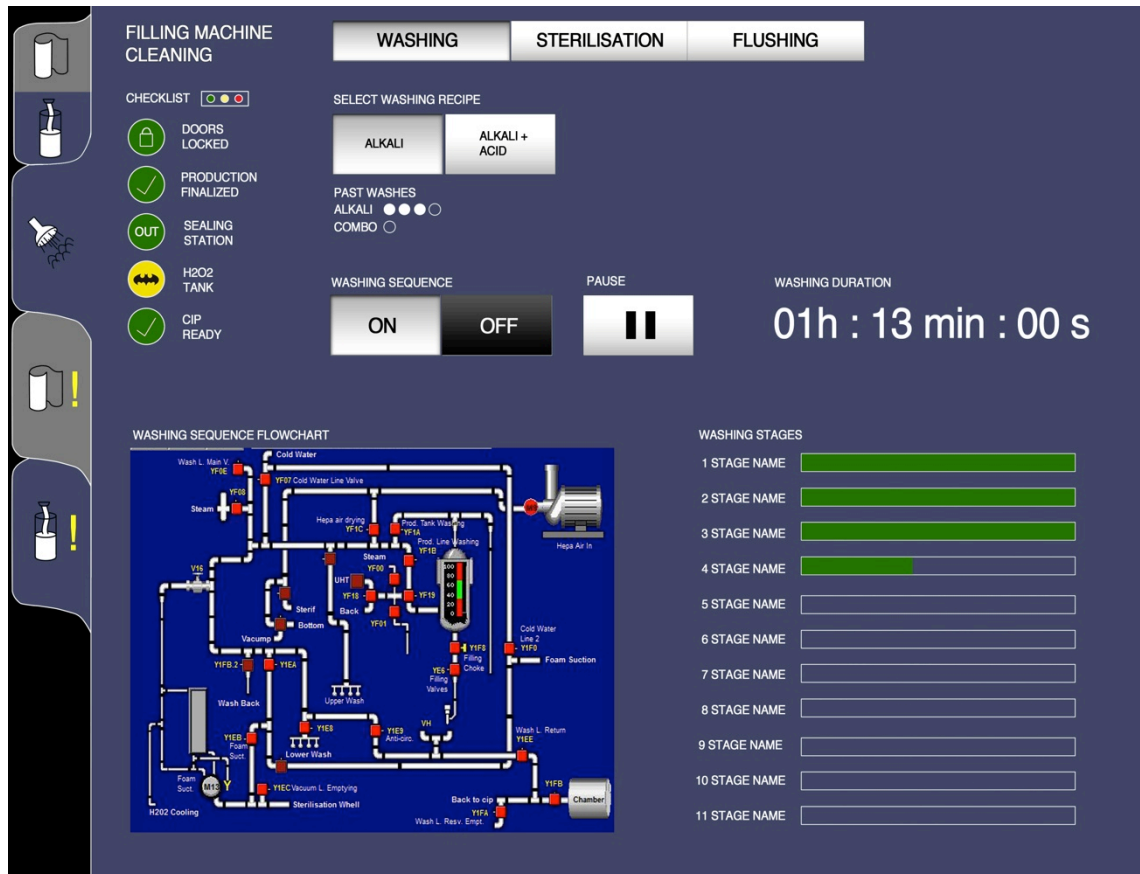


Kuva 31 Tuotantovälilehden erikoistoiminnot

Kuten kuvassa esitetään, operaattorille tarjotaan joitakin erikoistoimintoja, jotka helpottavat käyttöä erikoistilanteissa. Tällainen erikoistilanne on esimerkiksi täyttökoneen makasiinin jumittuminen, jonka poistamiseen on mahdollista tarjota toiminto. Ikkuna toimii myös tietolähteenä käyttäjälle. Tyhjässä tilassa voidaan kuvata mitä toiminnoista tapahtuu ja missä tilanteissa niitä kannattaa käyttää.

### 8.2.2 Pesuvälilehti

Kuvassa 32 on esitelty pesuvälilehden pesutoimintojen ryhmittely sekä toiminnot tilassa, jossa laitteen pesu on käynnissä. Välilehti on kolmiosainen. Se sisältää pesun, steriloinnin ja huuhtelun. Näihin toimintoryhmiin navigoidaan välilehden yläreunassa sijaitsevilla painikkeilla.



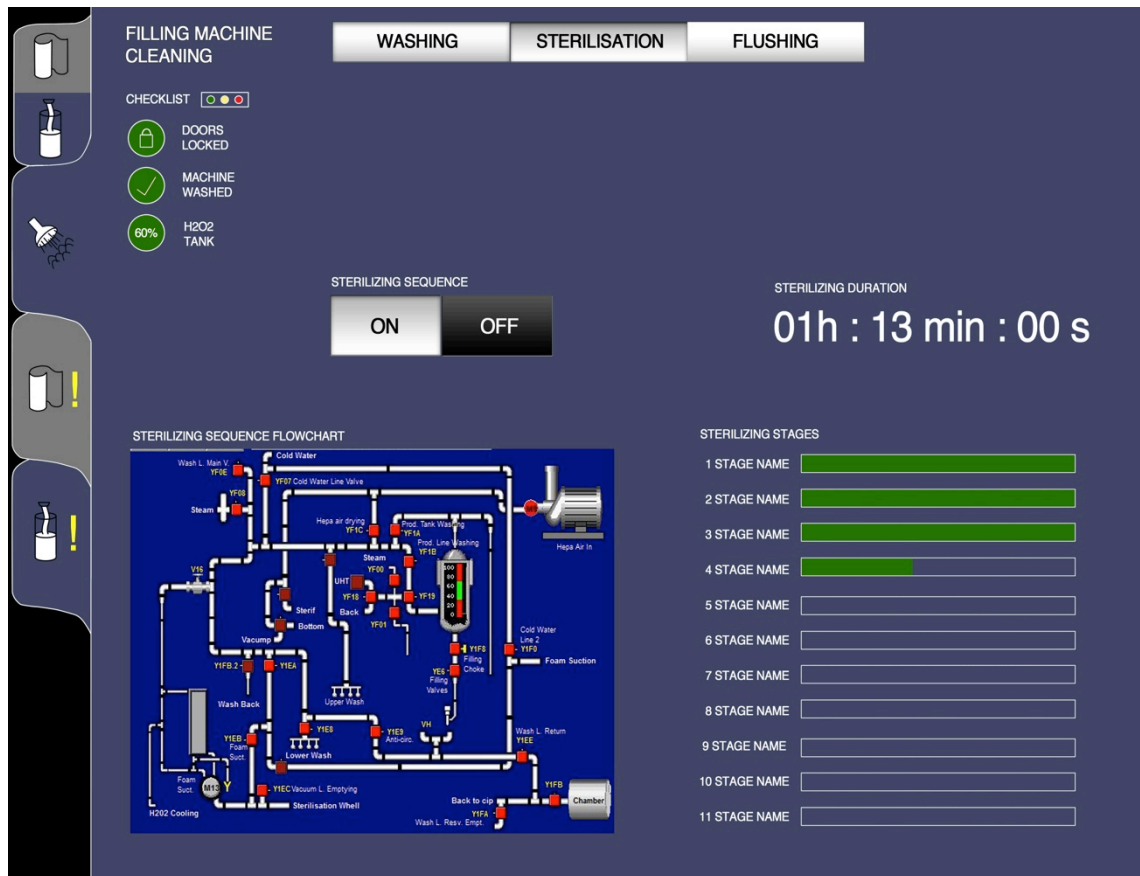
Kuva 32 Lopullinen pesuvälilehti pesun käynnissä ollessa

Välilehden tärkeimmät huomioitavat yksityiskohdat ovat seuraavat:

- Käyttäjän toimintaa tulee ohjata pesun valinnassa. Näin tehdään näyttämällä las-kuri, joka ilmaisee mitä pesuja viimeksi on käytetty. Kun laite pestään yhdistel-mäpesulla, alkalipesujen laskuri nollautuu. Neljän alkalipesun jälkeen käyttäjälle ei anneta muuta mahdollisuutta, kuin yhdistelmäpesu. Samoin pesun valintaan voidaan ohjastaa tilanteissa, joissa tiedetään tarvittavan jompaakumpaa pesua.
- Konseptissa käyttäjälle ei anneta mahdollisuutta valita pesutyyppiä linjan kyl-mähuuhtelua, vaan se tehdään automaattisesti, mikäli linjalla on ajettu huuhtelua vaativia tuotteita. (maitotuotteet, sokeripitoiset mehut)
- Etenemisdiagrammi on otettu suoraan vanhasta käyttöliittymästä ja sen graafi-nen uudelleensuunnittelu on välttämätöntä
- Pesun taukopainike, etenemisdiagrammi ja vaiheiden eteneminen näytetään käyttäjälle vasta kun pesu on käynnistetty. Valitun pesun kesto aika näytetään jo ennen pesun käynnistämistä.

Käytettävyyystutkimus ei antanut yksiselitteistä vastausta siihen, pitäisikö pesusekvens-sidiagrammi näyttää silloinkin, kun pesu ei ole käynnissä. Diagrammin piilottaminen tekee näytöstä yksinkertaisemman ja entistäkin selkeämmän, mutta toisaalta diagrammi on hyvä apuväline uusien käyttäjien kouluttaessa. Sen avulla voidaan esitellä järjestelmän eri osia ja toiminnan etenemistä. Suunnittelussa päädyttiin kuitenkin piilottamisen kan-nalle, sillä mainittu koulutus ja esittely voidaan suorittaa pesujen ollessa käynnissä.

Kuvassa 33 on esitelty pesuvälilehden sterilointiosion ulkonäkö ja toimintojen sijoittelu



Kuva 33 Lopullinen sterilointivälilehti steriloinnin ollessa käynnissä

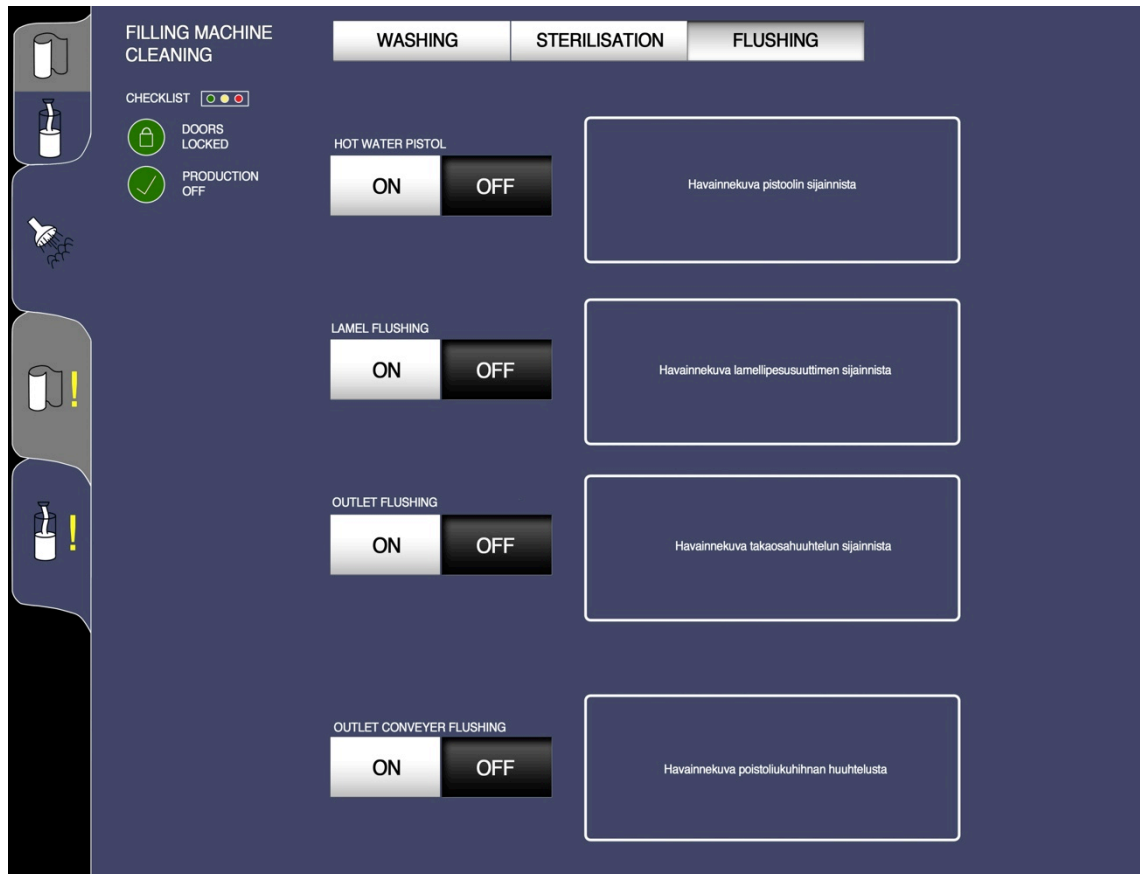
Välilehden tärkeimmät huomioitavat yksityiskohdat ovat

- Käynnistuspainikkeen sijainti tulee olla sama, kuin pesuvälilehdellä
- Diagrammi ja sterilointivaiheet näytetään vasta kun käyttäjä on käynnistänyt steriloinnin.

Paperiprototyypitessä kävi ilmi, että uudet käyttäjät olettivat näytön yläreunassa olevien navigointipainikkeiden kuvaavan sekvenssiä, jossa kone täytyy puhdistaa. Tämän vuoksi steriloinnin jälkeen käyttäjälle on hyvä ilmoittaa popup ikkunalla, että kone on tuotantovalmiudessa.

Kuvassa 34 on esitetty pesuvälilehden huuhtelutoimintojen ulkonäkö ja sijoittelu.



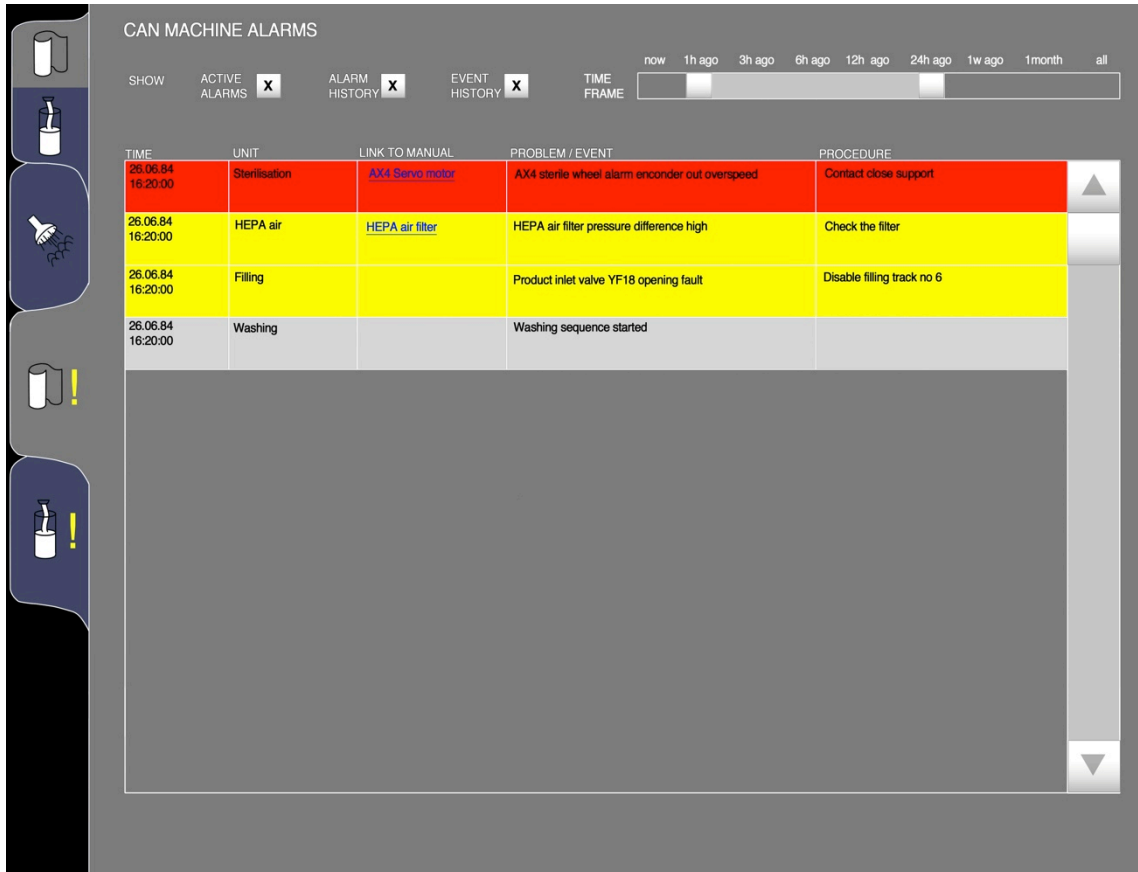


Kuva 34 Lopullinen huuhteluvälilehti

Toimintojen yhteyteen tulee liittää yksinkertainen havainnekuva siitä, minkä koneen osion toiminto huuhtelee. Tämä helpottaa käytön opettelua ja tekee ruudun layoutista tasapainoisemman.

### 8.2.3 Hälytysvälilehdet

Kuvassa 35 on esitetty tölkkikoneen hälytysvälilehden ulkomuoto ja toimintojen sijoittelu.



TIME	UNIT	LINK TO MANUAL	PROBLEM / EVENT	PROCEDURE
26.06.84 16:20:00	Sterilisation	<a href="#">AX4 Servo motor</a>	AX4 sterile wheel alarm encoder out overspeed	Contact close support
26.06.84 16:20:00	HEPA air	<a href="#">HEPA air filter</a>	HEPA air filter pressure difference high	Check the filter
26.06.84 16:20:00	Filling		Product inlet valve YF18 opening fault	Disable filling track no 6
26.06.84 16:20:00	Washing		Washing sequence started	

Kuva 35 Lopullinen tölkkikoneen hälytysvälilehti

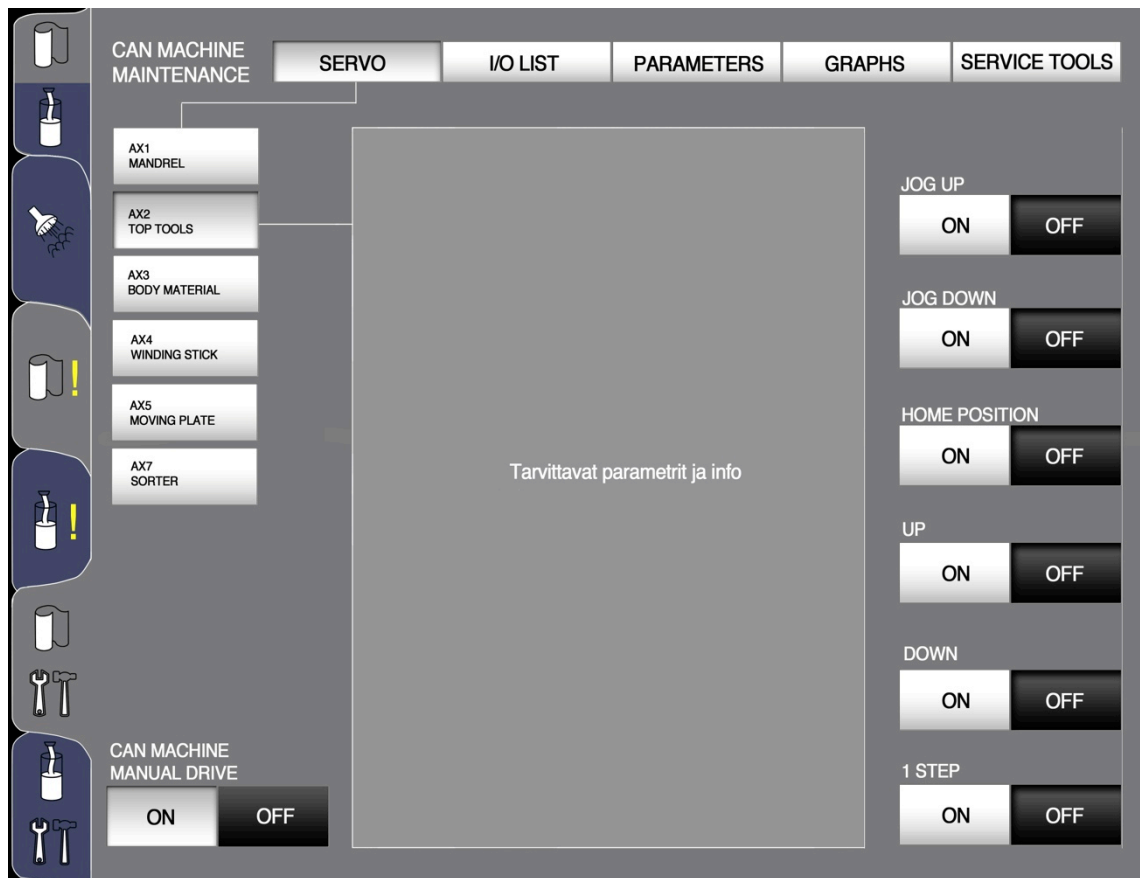
Välilehden tärkeimmät huomioitavat yksityiskohdat ovat seuraavat:

- Käyttäjille tarjottava virhetieto tulee luokitella siten, että virheiden paikallistaminen ja jatkotoimet ovat selkeitä. Tämä tarkoittaa sitä, että virhetietokantaan tulee lisätä toimintaohje, joka näytetään hälytystiedossa kohdassa ”procedure”
- Järjestykset näytetään normaalissa käyttötilassa aikajärjestyksessä ja käyttäjälle tarjotaan mahdollisuus valita aikaväli, jolla hälytykset näytetään.
- Kahdessa ylimmäisessä virheilmoituksessa näkyvä ”link to manual” on toiminto, joka avaa käyttäjälle koneen sähköisen käyttöohjeen kohdasta, joka on virheen ratkaisemisen kannalta relevantti. Käyttöohjeen toiminta ja edut esiteltiin tarkemmin luvussa 6.3.2. Käytettävyydestä kävi ilmi, että paras tapa avata manuaalisivusto on suora linkki manuaaliin.
- Kun koneen huoltotoimintoihin on kirjaututtu sisään, käyttäjälle tarjotaan mahdollisuus järjestää hälytykset ajan, yksikön ja ongelman mukaan.
- Molempien koneiden välilehdet toimivat samalla logiikalla.

## 8.2.4 Huoltovälilehdet

Kuvissa 36 ja 37 esitellään tölkkikoneen huoltotoimintojen navigointilogiikka. Kuten luvussa 6.5.5 mainittiin, huoltovälilehdet näytetään käyttäjälle vasta kun hän on kirjautunut sisään näppäimistön service-painikkeella. Myös uloskirjautuminen tapahtuu samasta painikkeesta. Huoltohenkilön kirjautuessa ulos huoltotilasta koneen moottorit tulee ajaa kotiasemaan ja kone tulee asettaa automaattitilaan. Tästä on hyvä ilmoittaa käyttäjälle uloskirjautumisen yhteydessä.

Toimintojen Ryhmittely on molempien koneiden osalta samanlainen. Käyttöliittymää suunniteltaessa kaikkia servoihin ja parametreihin liittyviä yksityiskohtia ei oltu vielä määritelty, joten niille on tässä suunnitelmassa ainoastaan määrätty tila ottamatta kantaa lopulliseen toimintojen sijoitteluun.

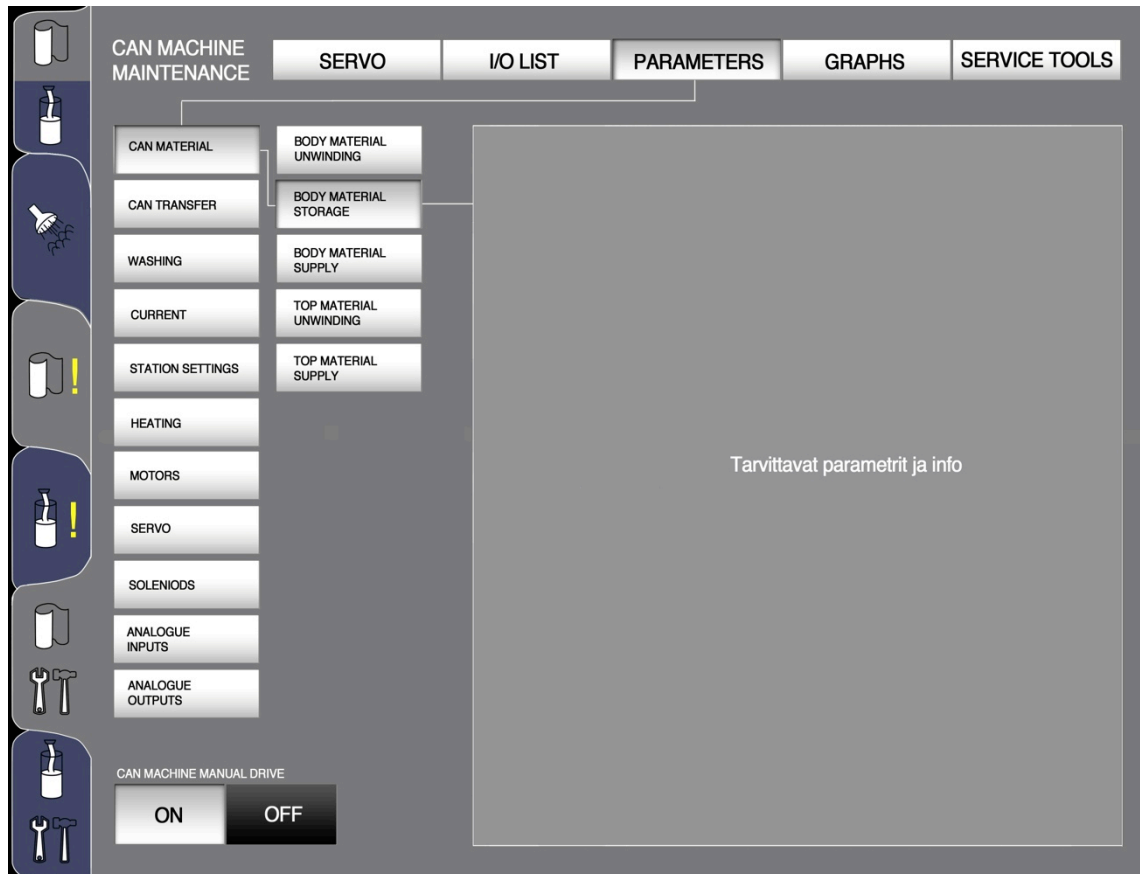


Kuva 36 Tölkki-koneen huoltovälilehdet: servotoiminnot

Välilehden tärkeimmät huomioitavat yksityiskohdat

- Välilehden alalaidassa näkyvä ”Can machine manual drive” –toiminto näytetään kaikissa toimintoryhmissä. On tärkeää, että huoltohenkilö löytää toiminnon helposti ja voi käyttää sitä riippumatta näkyvissä olevasta toimintoryhmästä.
- Koneen ollessa huoltotilassa, tuotannon, pesujen ja steriloinnin tarkistuslistoihin tulee lisätä ilmaisin, joka kertoo onko kone manuaali- vai automaattitilassa.
- Tilan säästämiseksi ajotoimintojen off-painike voidaan tarvittaessa piilottaa. On-painike ajaa konetta valitun toiminnon mukaisesti eteenpäin vain painikkeen ollessa pohjaan painettu tai niin pitkään, kunnes haluttu toiminto (esim. home position) on suoritettu.

Kuvassa 37 esitellään huoltovälilehden parametrien asetusta käsittelevä toimintoryhmittely. Tärkeimpänä erona yllä esiteltyyn servojen asetusten säätämiseen parametrien navigointi on yhden askeleen syvempi. Järjestelmän parametrien suuren määrän huomioon tämä on välttämätöntä oikean tiedon helpon löydettävyyden kannalta.



Kuva 37 Tölkkip koneen huoltotoiminnot: parametrien asetus

Kuvassa 37 on havainnollistettu myös navigointipolkua kuvaavan apuviivan käyttöä. Viiva on käyttäjän graafinen tuki, joka helpottaa entisestään järjestelmän tilan tulkintaa; käyttäjän on helpompi nähdä missä osassa käyttöliittymää hän tällä hetkellä navigoi. Tämä sai kokeneilta käyttäjiltä hyvää palautetta paperiprototyyppejä testatessa.

Suunnittelun loppuvaiheessa huoltovälilehtien toimintaa tarkennettiin siten, että niissä tarjotaan toiminnot ainoastaan useimmin käytössä olevien moottoreiden ja parametrien ohjaamiseen. Näin ollen huoltovälilehti yksinkertaistui pääasiallisesti lähituen työkaluksi. Näiden välilehtien lisäksi järjestelmään on tarkoitus rakentaa täysin erillinen huolto-ohjelma, johon on sijoitettu kaikki mahdolliset käyttöönottoon ja huoltoon liittyvät toiminnot. Tämä ohjelma toimii Lamican Oy:n oman huollon työkaluna ja sitä voidaan ajaa tarvittaessa erillisellä päätteellä, esimerkiksi taulutietokoneella. Esitetyt huoltovälilehdet ovat pohja, jolle lopulliset huoltotoiminnot voidaan sijoittaa sitten kun ne ovat tiedossa.

## 9 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä luvussa vedetään yhteen tutkimuksen tulosten validiteetti sekä arvioidaan seikkoja jotka vaikuttivat tutkimuksen tekemiseen. Lopuksi käydään läpi ehdotukset jatkotutkimuksesta.

### 9.1 Tulosten validiteetin arviointi

Käytettävyytestauksen periaatteisiin kuuluu, että tuloksissa ei tavoitella tilastollista pätevyyttä, vaan niiden avulla pyritään löytämään merkittävimmät käytettävyyssongelmat ennen käyttöliittymän toteutusta. Suunnittelun jokaisessa iteraatiokierroksessa löytyi pieniä ja suuria käytettävyyssongelmia, jotka pystyttiin korjaamaan seuraavissa kierroksissa. Näin ollen iteratiivisesti kerätty ymmärrys käyttöliittymän toiminnasta ja vaadittavista toiminnoista oli suunnittelun loppuvaiheessa korkealla tasolla. Lopullista käyttöliittymäprototyyppiä voidaan pitää peruskäyttäjien (operaattori ja lähitukihenkilö) näkökulmasta hyvin toimivana. Koska käyttöliittymää testattiin myös täysin kokematomilla käyttäjillä tuloksia käyttöliittymän helposta opittavuudesta ja peruskäytön loogisuudesta voidaan pitää luotettavina. Huomioitavaa kuitenkin on, että testivälineenä käytetty paperiprototyyppi ei ole täydellinen käyttöliittymämalli, joten käyttöliittymän lopullisesta käytettävyydestä ei tämän työn puitteissa saatu täydellistä arviota.

Paperiprototyypillä ei ole mahdollista testata käyttöliittymän käytön tehokkuutta, koska käyttöliittymän vasteajat ovat ihmisen ohjauksesta johtuen pitkiä. Lisäksi paperiprototyyppiä testatessa käyttöliittymästä löytyi vielä käytettävyyssvirheitä, jotka vaikuttivat kyselyn lopputulokseen.

### 9.2 Työn menetelmien käytön haasteet

Tutkimuksen alkuvaihetta vaikeutti se, että tutkittavat käyttäjät olivat erittäin kokeneita Lamican Oy:n työntekijöitä, joilla oli merkittävästi enemmän ymmärrystä laitteiston toiminnasta todelliseen peruskäyttäjään nähden. Tämän vuoksi suunnittelun alkuvaiheessa oli haastavaa erottaa, mitkä käyttäjiltä saadut vaatimukset koskevat käyttöliittymän peruskäyttöä ja mitkä vaatimukset liittyvät käyttöönottoon ja huoltoon. Lähtötilanteen tiedostamisen kautta oli kuitenkin mahdollista erottaa näiden kahden käyttötapauksen vaatimukset toisistaan, joten lopputuloksena saatua toimintojen jaottelua voidaan testitulosten perusteella pitää toimivana.

Toinen menetelmien käyttöön liittyvä ongelma tuli vastaan paperiprototyypin käyttämisessä päiväkirjatutkimusmaisesti. Ongelma ei johtunut niinkään tutkimustavasta, vaan

siitä, että tutkimuskerralla suoritettu koneen ajo oli niin lyhytaikainen, että päiväkirjamerkintöjä ei ehtinyt kertyä. Menetelmä on tämän tutkimuksen ongelmista huolimatta kuitenkin mielenkiintoinen ja sen soveltamista jatkossa kannattaa kokeilla.

Kolmas tutkimuksen luotettavuuteen vaikuttanut tekijä oli paperiprototyypin testauksessa käytettyjen henkilöiden koulutustausta. Kaikki testatut käyttäjät opiskelivat Tampereen teknillisessä yliopistossa, joten heidän voidaan olettaa edustavan paremmin koulutettua ryhmää, kuin järjestelmän loppukäyttäjät. Tämä saattoi vaikuttaa positiivisesti uuden käyttöliittymän toimivuudesta tehtyyn SUS-kyselyn lopputulokseen. Voidaan kuitenkin olettaa, että ero ei olisi merkittävä, sillä käyttöliittymän käyttö ei vaatinut minkäänlaista teknistä tietämystä.

### 9.3 Jatkokehitys

Käyttöliittymää eteenpäin kehitettäessä kannattaa kiinnittää huomiota neljään osaluokkaan: grafiikan hiominen, sähköisen manuaalin suunnittelu ja toteutus, huoltotoimintojen sijoittaminen näyttöihin sekä valmiin käyttöliittymäprototyypin testaus.

Työn ulkopuolelta tutkimuksen aikana heräsi ajatus pakkauslinjan tukitoiminnan tuoteistamisesta. Nykytilanteessa huoltoa tarvitaan suhteellisen usein, joten asiakkaan saaman arvon kannalta on tärkeää tietää, että apua on tarjolla tarvittaessa. Koska huolto kuluttaa merkittävästi yrityksen resursseja, huollon ja ylläpidon toteutus tulisi suunnitella ja tuotteistaa siten, että kulu käännettäisiin liikevaihtoa ja katetta kasvattavaksi tekijäksi. Projekti on sen verran laaja, että tutkimus kannattaisi toteuttaa aiheeseen pureutuvana diplomityönä.

Huoltotoimintojen lopullinen toteutus on tämän työn rajauksen ulkopuolella. Siksi luvussa 8.2.4 mainitun erillisen huolto-ohjelman kehittäminen on välttämätöntä laitteen tehokkaan käyttöönoton ja huollon mahdollistamiseksi.

Suunnittelutyön jälkeen syntyneenä yksittäisenä pienenä parannuksena tarkistuslistatiedon esittämistä voi kehittää edelleen muuttamalla symbolien värin lisäksi myös symbolien muotoa sen mukaan, missä tilassa ilmaisin on. Vihreä ilmaisin voi olla pyöreä, keltainen kolmio ja punainen stop-merkin muotoinen kuusikulmio. Näin käyttöliittymän tilan tulkitseminen helpottuu entisestään. Toisena yksityiskohtana kannattaa vielä varmistaa, että pesutoimintojen osana tarjottu ajatus kylmähuuhtelun sitomisesta normaalin pesun osaksi toimii. Tähän liittyy mahdollisuus tehdä virhe, sillä mikäli käyttäjä ei valitse tuotantovälilehdeltä oikeaa pakattavaa tuotetta, pesusekvenssi ei välttämättä sisällä tarvittavaa kylmähuuhtelua.

## LÄHTEET

Aykin N., 2008, Usability and internationalization of information technology, reprint, CRC press

Bangor, A., Kortum, P., Miller, J., 2009, Determining What Individual SUS Scores Mean: Adding an Adjective Rating Scale. Journal of usability studies, Vol 4 issue 3, Sivut 114-121

Beyer, H., Holtzblatt K., 1998, Contextual design: defining customer-centered systems. Academic press, London, UK.

Del Galdo, E., Nielsen, J. 1996 International user interfaces, John Wiley and sons

Dillon, G., Barklay A., 1997 Student focus groups as an assessment technique: a case study. Journal of accounting education, Volume 14 Issue 3, s. 457-468

Globalization group inc, 2012, Color meaning by culture. Haettu 6.6.2012, saatavilla <http://www.globalization-group.com/edge/resources/color-meanings-by-culture/>

Hollnagel, E., 2003, Handbook of cognitive task design, Lawrence Erlbaum Associates. Sivut 17-33

Holtzblatt, K., Jones, S., 1993, Contextual Inquiry: A Participatory Technique for System Design. Kirjassa D. Schuler and A. Namioka (Editorit): Participatory Design: Principles and Practices. N.J.: Lawrence Erlbaum, sivut. 177–210.

Lewis, J.R., Sauro, J., 2009 The factor structure of the system usability scale. Lecture notes in computer science, Volume 5619/2009, sivut 94-103.

Mirel, B., 1996, Contextual inquiry and the representation of tasks, Newsletter ACM SIGDOC Asterisk Journal of Computer Documentation Volume 20 Issue 1, ACM New York, USA

Nielsen, J., 2005a, Ten usability heuristics, haettu 22.5.2012, saatavilla: [http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic\\_list.html](http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_list.html)

Nielsen, J., 2005b, How to conduct a heuristic evaluation, haettu 6.6.2012, saatavilla: [http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic\\_evaluation.html](http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_evaluation.html)

Nielsen, J., 1992, Finding usability problems through heuristic evaluation, CHI '92 Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems. Sivut 373-380

O'Neill, E., Johnson, P., 2004, Participatory task modelling: users and developers modelling users' tasks and domains, TAMODIA '04 Proceedings of the 3rd annual conference on Task models and diagrams, ACM New York USA.

Raven, M., 1996 Using Contextual Inquiry To Learn About Your Audiences, Newsletter ACM SIGDOC Asterisk Journal of Computer Documentation, Volume 20 issue 1 ACM New York, USA, sivut 1-13

Suomen standardoimisliitto SFS, 2004, Koneiden turvallisuus. Osa 8: Ohjaimien ja näyttöjen ergonomia, merkinantolaitteet, voimankäytön suunnittelu, pintalämpötilat, 1. Painos, Kyriiri Oy, Helsinki

Sheridan, T., 2002, Humans and automation: system design and research issues. John Wiley & Sons, Inc., publication, Santa Monica Usa

Siirilä, T., 2009 Koneturvallisuus: ohjausjärjestelmät ja turvalaitteet. 2. Painos, Inspecta koulutus oy

Sinkkonen I., Kuoppala H., Parkkinen J., Vastamäki R., 2002, Käytettävyyden psykologia, Edita Oyj/IT Press, Helsinki.

Still, B., Morris, J., 2010, The blank-page technique: reinvigorating paper prototyping in usability testing. IEEE transactions on professional communication. Volume 53, issue 2 sivut 144-157

Snyder, C., 2003, Paper Prototyping: The Fast and Easy Way to Design and Refine User Interfaces, Morgan Kauffman Publishers, San Fansisco, USA.

Tullis, T., Stetson, J.N., 2004, A Comparison of Questionnaires for Assessing Website Usability, UPA conference presentation.

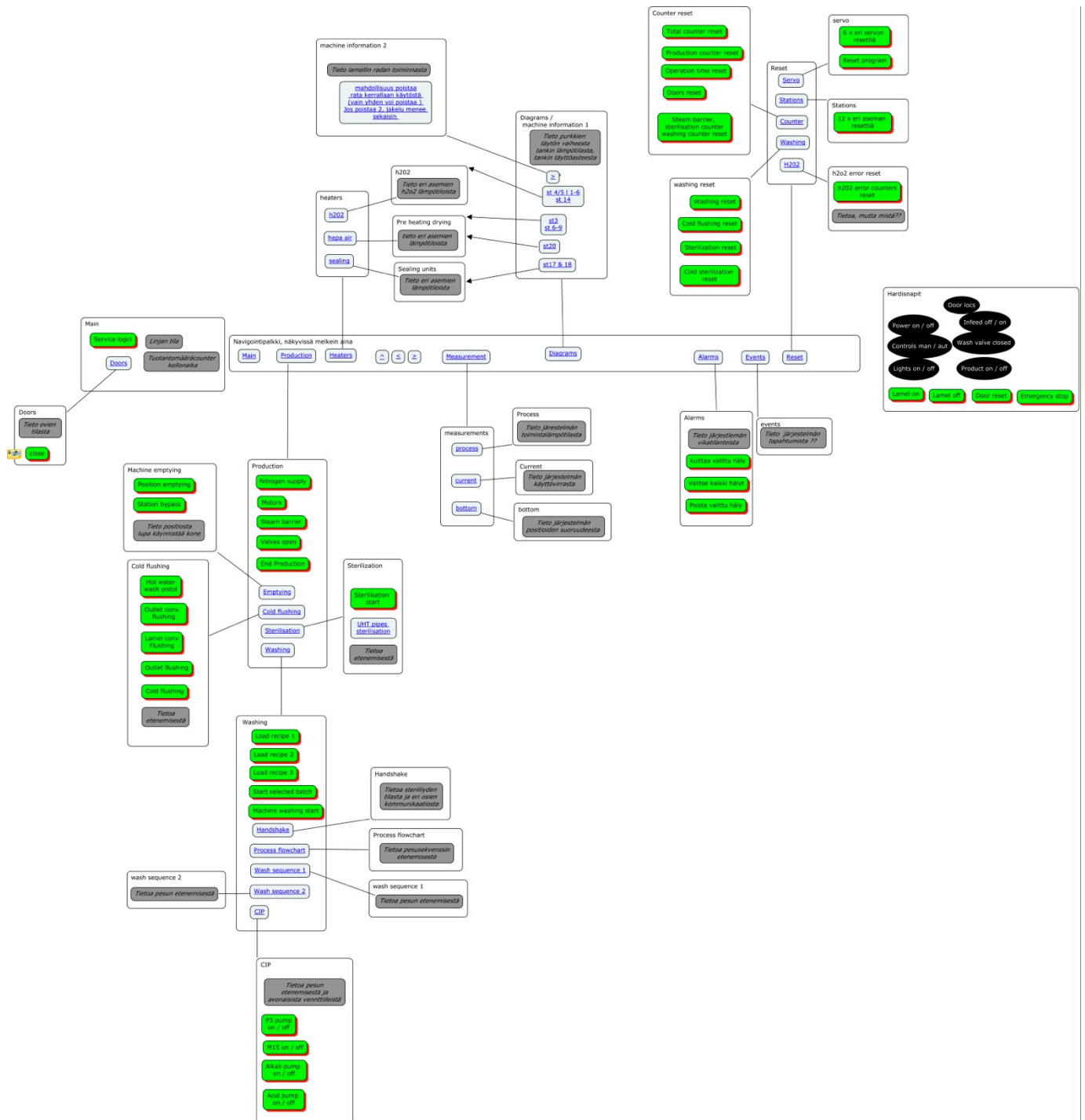
Vanhala, T., 2004 Kyselylomakkeet käytettävyytutkimuksessa. Aula, A., Majaranta, P. & Ovaska, S. (toim.) Käytettävyytutkimuksen menetelmät -seminaari, 1-21. Tampereen yliopisto, Tietojenkäsittelytieteiden laitos B-2004-x.

Verkkojulkaisu UXmatters.com, Hierarchical task analysis. Julkaistu 8.2. 2010, Haettu 20.4.2012, saatavilla <http://uxmatters.com/mt/archives/2010/02/hierarchical-task-analysis.php>

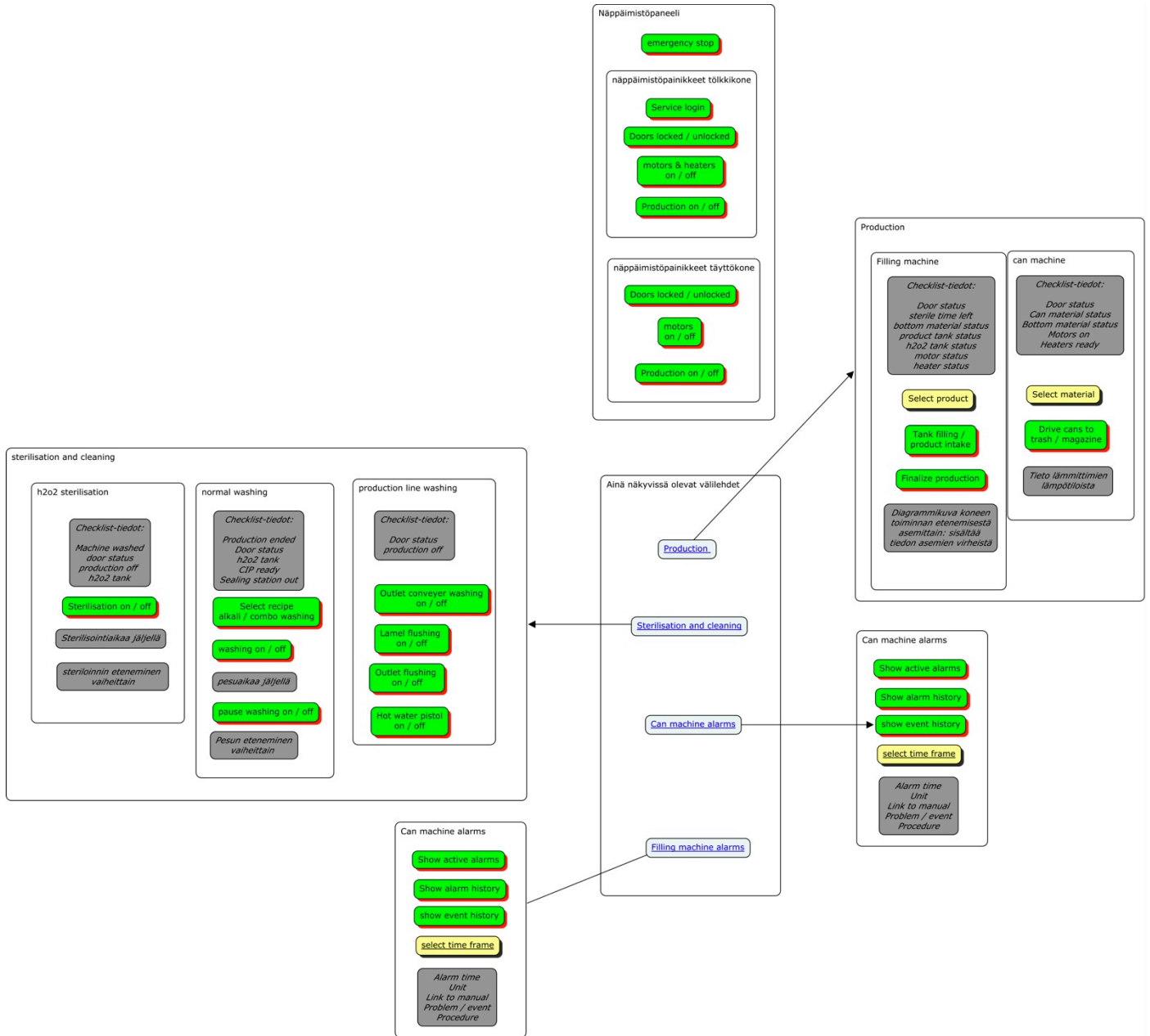
Virzi, R., Sokolov, J, Karis, D., 1996 Usability problem identification using both low- and high-fidelity prototypes, Proceedings of the SIGCHI conference on Human factions in computing systems, s.236-243



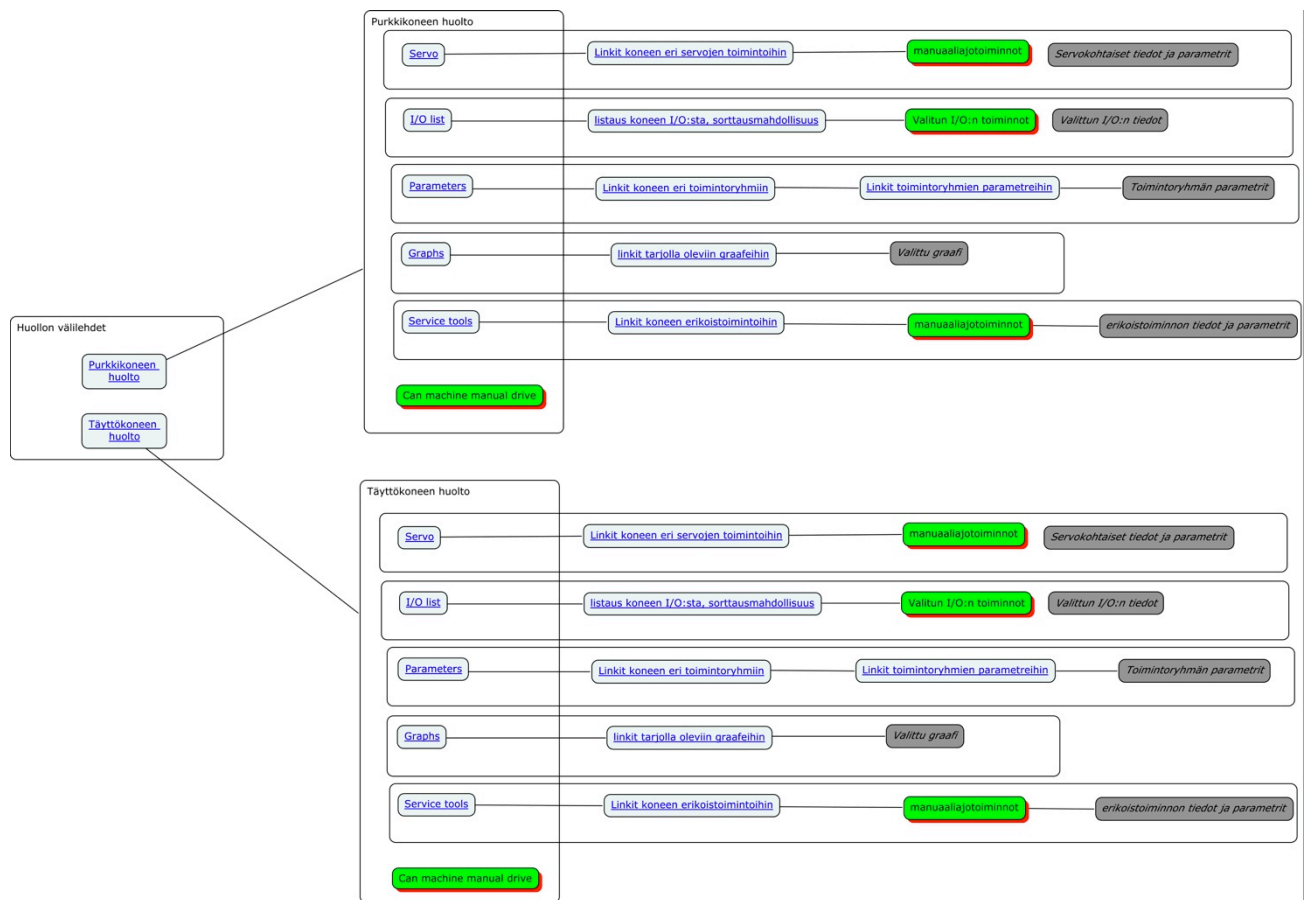
## Liite 1 – Entisen käyttöliittymän operaattorikäytön navigointimalli (operaattorin toiminnot)



## Liite 2 – uuden käyttöliittymän operaattorikäytön navigaatiomalli



### Liite 3 – uudistettu huoltotoimintojen navigointilogiikka.



### Liite 4 – Taulukko vanhan käyttöliittymän etupaneelikytkimistä ja perusteet niiden käyttämiseen uudessa käyttöliittymässä.

Kytkin	Kytkimen funktio	Tarve	Peruste
Power on/off	Käynnistää tölkkikoneen virran.	Ei	Käyttöliittymässä ei tarvita erillistä virtakatkaisinta. Virrat pistetään päälle päävirtakytkimestä kummankin koneen osalta.
Control man/aut	Mahdollistaa yksittäisten servojen manuaalijon.	Ei	Peruskäyttäjällä ei ole ainuttaakaan toimintoa, jossa yksittäisten servojen käsiajoa tarvittaisiin.

Home position	Ajaa servot kotiasemaan.	Ei	Tarve kotiinajoon liittyy huolto- töihin. Normaalissa käytössä ko- tiinajo voidaan sisällyttää auto- maattiseksi osaksi koneen moot- toreiden käynnistämistä.
Mid position	Vanhasta käyttöliittymästä jäänyt toiminto. Ajaa servot puoleenväliin, jolloin tietyt huoltotoiminnot ovat mah- dollisia.	Ei	Ei tarpeellinen toiminnallisuus uudessa käyttöliittymässä.
One sheet	Leikkaa yhden kartonkikap- paleen, mutta ei tee sitä purkiksi asti. Käytetään ark- kimateriaalia kontrolloides- sa.	Ei	Ei-kriittinen huoltotoiminto.
Emergency stop reset	Saattaa järjestelmän toimin- tatilaan hätäpainikkeen pai- namisen jälkeen.	Ei	Sijoitus paikkaan, jossa voidaan varmistua koneen käynnistämi- sen olevan turvallista.
Lights on/off	Ohjaa tölkkikoneen valais- tusta.	Ei	Ei-kriittinen toiminto. Valot ole- tuksena aina päällä koneen olles- sa päällä.
Emergency stop	Pysäyttää sekä tölkkikoneen, että täyttökoneen.	Kyllä	Laki vaatii useita hätäpysäytys- painikkeita eri puolille konetta.
Door locks	Lukitsee ovet.	Kyllä	Toiminto on harvoin kiireellinen, joten sen sijoittaminen myös näytölle olisi mahdollista. Kui- tenkin, toiminnoista ovien luki- tus-koneet käyntiin-tuotanto käyntiin muodostuu niin selkeä ja yhtenäinen käynnistyssekvenssi, että lukitus kannattaa sijoittaa paneeliin.
Reset doors	kertoo tölkkikoneelle ovien lukitustilan.	Ei	Turvastandardit eivät vaadi, että lukituksen tarkistukselle olisi erillinen nappi. Tämä voidaan sisällyttää ovien lukitustoimin- toon.
Machine on	Käynnistää tölkkikoneen servot, pl. Materiaalin si- säänotto. Käynnistää myös asemien lämmittimet ja jäähdyttimet.	Kyllä	Toiminto ei ole kiireellinen, mut- ta se on osa koneen tärkeintä käynnistämissekvenssiä: ovet- koneet-tuotanto. Siksi toiminnon sijoittaminen paneeliin molem- missa koneissa on järkevää.

Production off/on	Käynnistää tölkkikoneen materiaalisisäänoton.	Kyllä	Kiireellinen toiminto. Materiaalin sisäänotto pitää voida katkaista tarvittaessa nopeasti. Paneeliin sijoittaminen on välttämätöntä.
-------------------	---	-------	--

Kytkin	Kytkimen funktio	Tarve	peruste
Power on/off	Käynnistää ja sammuttaa täyttökoneen servojen virran.	Ei	Käyttöliittymässä ei tarvita erillistä virtakatkaisinta. Virrat pistetään päälle päävirtakytkimestä kummankin koneen osalta.
Control man/aut	Mahdollistaa yksittäisten servojen manuaalijon.	Ei	Peruskäyttäjällä ei ole ainuttaakaan toimintoa, jossa yksittäisten servojen käsiajoa tarvittaisiin.
Lights on/off	Ohjaa täyttökoneen valaistusta.	Ei	Ei-kriittinen toiminto. Valot oletuksena aina päällä koneen ollessa päällä.
Product on/off	Käynnistää tuotteen sisäänoton tankista.	Ei	Ei-kiireellinen toiminto. Voidaan suorittaa kosketusnäytöltä.
Wash valve closed	Jättää pesun taukotilaan. Käytetään selvittäessä pesun aikaisia poikkeustilanteita. Ei nollaa pesua.	Ei	Ei-kiireellinen toiminto. Voidaan suorittaa kosketusnäytöltä. Sijoitus oltava kuitenkin looginen, jotta toiminto löytyy tarvittaessa nopeasti.
Product on/off	Käynnistää tuotteen sisäänoton tankista.	Ei	Ei-kiireellinen toiminto. Voidaan suorittaa kosketusnäytöltä.
Door locks	Lukitsee ovet.	Kyllä	Toiminto on harvoin kiireellinen, joten sen sijoittaminen myös näytölle olisi mahdollista. Kuitenkin, Toiminnoista ovien lukitus-koneet käyntiin-tuotanto käyntiin muodostuu niin selkeä ja yhtenäinen käynnistyssekvenssi, että lukitus kannattaa sijoittaa paneeliin.
Door circuit reset	Kertoo täyttökoneelle ovien lukitustilan.	Ei	Turvastandardit eivät vaadi, että lukituksen tarkistukselle olisi erillinen nappi. Tämä voidaan sisällyttää ovien lukitustoimintoon.

Lamel on / off	Ohjaa täyttökoneen lamellin toimintaa.	Kyllä	Koneiden käytön yhtenäistämiseksi täyttökoneen tuotannon käynnistämissekvenssi kannattaa tehdä yhdenmukaiseksi tölkkikonene kanssa. Se noudattaa siis samaa ovet-koneet-tuotanto-logiikkaa.
Infeed off / on	ohjaa täyttökoneen tölkkien sisäänsyöttöä.	Kyllä	Toiminto täytyy voida suorittaa tarvittaessa nopeasti. Paneeliin sijoittaminen on välttämätöntä.
Emergency stop	Pysäyttää sekä tölkkikoneen, että täyttökoneen.	Kyllä	Laki vaatii.

## Liite 5 – ensimmäisessä suunnittelukierroksessa löydetty parannustarpeet

Ongelma	Ratkaisuehdotus
Tarkistuslistatieto esitetään nyt näytön yläalaidassa, ikään kuin liikennevalona. Osa toiminnoista, jotka vaaditaan halutun tavoitteen käynnistämiseksi löytyvät liikennevalojen alta, jolloin saattaa syntyä ajatus siitä, että toimintoa ei voida suorittaa, koska liikennevalot näyttävät punaista.	Sijoitetaan tarkistuslista vasta tarvittavien toimintojen jälkeen
Täyttökoneen tarkistuslistasta puuttuvat esiehdot lamellin pyöriminen ja peroksidi-tankin tila	Lisätään puuttuvat tiedot tarkistuslistain yhteyteen
Tölkkikoneen toiminnoista puuttuu mahdollisuus ajaa purkkeja suoraan hylkyyn näytteenottotarkoituksessa.	Lisätään puuttuva toiminto
Tölkkikoneen lämmittimien toiminta on pakko katkaista nopeasti virhetilanteessa. Muussa tapauksessa jumiin jäänyt materiaali saattaa sulaa.	Yhdistetään moottoreiden ja lämmittimen käyttäminen yhdeksi toiminnoksi
Tölkkikoneen ja täyttökoneen fyysiset toimintopainikkeet jaotellaan paneelissa pystysuunnassa. Ne eivät tämän vuoksi assosioitu nykyisellä näyttöjaottelulla oikeisiin koneisiin.	Toiminnot voisi sijoitella näytöllä saman logiikan mukaisesti, tölkkikoneen toiminnot päälle, täyttökoneen alle. Näin näppäimistön toiminnot assosioituisivat automaattisesti oikeaan koneeseen. Tämä asettelu on myös prosessin etenemisjärjestyksen mukainen sekä länsimaaisessa, että kiinalaisessa lukusuunnassa.

Tölkkip koneen lämmittimien lämpötilat voi esittää yksinkertaisemmin. Nyt näytettiin myös lämmitysspiraalin lämpötila, joka ei ole tärkeä käyttäjän näkökulmasta.	Kokeillaan toisessa iteraatiokierroksessa lämpötilojen esittämistä toisella tavalla.
Toiminto, joka ajaa koneen servot kotiin puuttuu	Selvitetään mikä on kotiinajon tarve ja si- joitetaan toiminto tarpeen kannalta järke- vimpään paikkaan

## Liite 6 – uusille käyttäjille annettu käyttöperehdytys ennen paperiproto- tyyppitestiä

### Koneen esittely

Täyttölinja on kaksiosainen: tölkkip kone, jonka tehtävänä on valmistaa pahvimateriaalis-  
ta tölkki ja täyttökone, jonka tehtävänä on täyttää ja sulkea se. (Demonstroi valmiilla  
purkeilla)

Tölkkip koneeseen syötetään kansimateriaali ja runkomateriaali. Vehje kiertää ja saumaa  
siitä pohjasta avoimen tölkin.

Tölkit syötetään täyttökoneen makasiiniin: **näytä!** Tölkkip kone pitää siis käynnistää en-  
sin, jotta täyttökoneella on tavaraa, mitä täyttää.

Täyttökone ottaa tölkin lamellille ja siirtää sitä asemittain, jossa tölkki ensin höyrytetään  
vetyperoksidilla ja sen jälkeen täytetään ja suljetaan. Valmis tölkki näyttää tältä.

Linjan operaattorilla on pohjimmiltaan kaksi tehtävää:

- Koneen tuotantotilaan saattaminen: sisältää koneen pesun ja steriloinnin
- Tuotannon valvominen. Joskus koneeseen hajoaa purkkeja, joiden sisältö pitää  
huuhdella pois.

### Kertaus:

- Kone on kaksiosainen, tölkkip kone ja täyttökone
- Operaattorilla on kaksi tehtävää: saattaa molemmat koneet tuotantovalmiuteen ja  
seurata tuotantoa.

## Liite 7 – Prototyypin testitehtävät

Käyttöliittymää testatessa molempien ryhmien testihenkilöille annettiin pääosin samat  
testitehtävät. Testit erosivat ryhmien välillä siten, että kokemattomille käyttäjille annet-  
tiin lyhyt perehdytys juomalinjan toiminnasta ja eri koneiden tehtävistä. Annettu ohjeis-

tus on liitteenä 6. Toinen ero testiryhmien välillä tuli siitä, että uusille käyttäjille ei esitetty huoltotoimintoihin liittyviä tehtäviä lainkaan.

Prototyypitestin testitehtävät tavoitteineen:

- **Tutustu käyttöliittymään hetki vapaasti samalla kommentoiden mitä oletat mistäkin toiminnosta tapahtuvan.** Tällä tehtävällä pyritään simuloimaan todellista oppimistilannetta, jossa käyttäjillä on ennen käytön aloittamista mahdollisuus tutustua käyttöliittymän eri osiin, navigointilogiikkaan ja ulkomuotoon.
- **Käynnistä täyttökoneen pesu.** Tarkoituksena on selvittää tarkistuslistatiedon ymmärrettävyyttä ja tuotannon alasajotoiminnon sijoittelun loogisuutta
- **Käynnistä täyttökoneen sterilointi.** Tarkoituksena on selvittää eri pesutoimintojen valinnan loogisuutta
- **Käynnistä sekä tölkki- että täyttökoneen tuotanto.** Tarkoituksena on selvittää tarkistuslistatiedon riittävyttä, sekä tuotannon käynnistävien näppäinkomentojen ymmärrettävyyttä.
- Tuotannon aikana täyttökoneen takaosaan hajoaa useita täytettyjä mehupurkkeja. **Käynnistä koneen takaosan huuhtelu.** Tarkoituksena selvittää toimintojen ryhmittelyn ja navigoinnin muistettavuutta. Käyttäjä on tässä vaiheessa jo vierailut pesuvälilehdellä.

Huoltotoimintoihin liittyvät testitehtävät:

- **Kirjaudu sisään huoltotoimintoihin ja aja tölkkikoneen servoa Ax2 Jog-toiminnolla eteenpäin.** Tarkoituksena on testata näppäimistön käytön opittavuutta kirjautumiseen ja toimintojen ajamiseen.
- **Muuta täyttökoneen Body material storage parametreja.** Tarkoituksena on testata järjestelmän eri parametrien löydettävyyttä.

## Liite 8 – paperiprototyypitestauksessa löydetty käytettävyyssongelmat

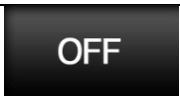

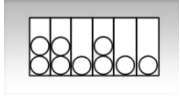

Näyttö	Ongelma	Korjaus	Prioriteetti
Tuotanto	“Ready for production” on hämäävä termi. Se assosioituu tuotannon peruskäyttöön. Myös sijoittaminen pesuvälilehdelle on väärä paikka.	Muutetaan muotoon ”production ending” ja vaihdetaan on/off nappi yksitoimiseksi	A: Kriittinen
Pesu	Steriloinnissa sealing station kuuluu olla koneen sisällä	Muutetaan tarkistuslistan tieto vastaamaan vaatimusta	A: Kriittinen
Näppäimistö	Näppäinryhmät eivät assosioitu oikeisiin koneisiin	Vahvistetaan assosiaatiota lisäämällä näppäimistön yhteyteen koneiden värit	A: Kriittinen



Huolto	Manuaaliajaja ei pysty kyt- kemään päälle ja pois	Lisätään molempien konei- den huoltonäyttöihin manu- aaliajokytkin, joka on näky- vissä valitusta huoltotoimin- nosta riippumatta. HUOM! Kaikilla välilehdillä pitää nä- kyä onko kone manuaali- vai automaattitilassa, kun huol- totoiminnot on aktivoitu	A: Kriittinen
Täyttöko- neen häly- tys	Active filling tracks assosioi- tuu hälytyksiin. Sen merkitys jää täysin epäselväksi	Sijoitetaan lista niin, että se ei assosioidu hälytyslistauk- seen	A: Kriittinen
Tuotanto	Näppäimistön termit servo ja lamel ovat insinööritermi- jä	Muutetaan muotoon motors molemmissa	B: Tärkeä
Pesu	Huuhtelutoimintojen merki- tys jää hämäräksi	Lisätään toimintojen yhtey- teen havainnollistava gra- fiikka	B: Tärkeä
Tuotanto	Tarkistuslista näyttää hiukan sekavalta	Sijoitetaan tarkistuslista yh- teen riviin ja ryhmitellään sekvenssijärjestykseen	B: Tärkeä
Huolto	Servojen ja koneiden manu- aaliajo on hankala löytää näppäimistöltä	Lisätään kaikki manuaaliajot näytölle. Huom! Juoksu- tusajoa voisi silti testata myös näppäimistöltä edisty- neenä toimintona	B: Tärkeä
Pesu	Välilehdellä ovien lukituksen- ta kertova tarkistuslistail- mais on tölkkikoneen luki- tuspainikkeen vieressä. Nä- mä assosioituvat virheelli- sesti toisiinsa	Vahvistetaan oikean koneen toimintojen löytymistä li- säämällä näppäimistön yh- teyteen koneiden nimet	B: Tärkeä
tuotanto, pesu	Chekklistiä luetaan järjestyk- sessä. Järjestys ei ollut kai- kissa johdonmukainen	Sijoitetaan ilmaisimet siihen järjestykseen, missä käyttä- jien oletetaan toimivan.	B: Tärkeä
Tuotanto, pesu, häly- tykset	Pelkkä väri ei kerro minkä koneen toiminnoista on kyse	Lisätään ikkunoihin kysessä olevan koneen nimi.	B: Tärkeä








Tuotanto	Toimintojen sijoittelu vasempaan reunaan hämää. Oikeassa reunassa olevat näppäimistötoiminnot on vähän vaikea löytää.	Sijoitetaan cheklist vasempaan reunaan, toimintonapit oikeaan. Huom! Lukusuuntakriittinen valinta!	B: Tärkeä
Tuotanto	Lämmityssymbolit 1 2 ja 3 epäselviä	Lisätään symboleihin mahdollisuus klikata lisätietoa	C: Huomioitava
Tuotanto	Lämmittimien käynnistämiseen ei ole omaa toimintoa, vaikka tarkistuslista vaatii sen	Muutetaan näppäimistön teksti muotoon servo & heaters	C: Huomioitava
Pesu	Cold flushing on väärä termi. Se ei tarkoita huuhtelua vaan kylmästerilointia	Muutetaan muotoon flushing	C: Huomioitava
Pesu	Pesun tarkistuslistasta puuttuu pohjamittauspellin asema	Lisätään tarkistuslistaan	C: Huomioitava
Pesu	Pesu - sterilointi - huuhtelu assosioituu sekvenssiksi, käyttäjät olettivat, että kone pitää steriloinnin jälkeen huuhdella	Huomioidaan käyttökoulutuksessa. Lisäksi kone voisi ilmoittaa steriloinnin jälkeen, että se on valmis tuotantoon	C: Huomioitava
Pesu	emäs- ja yhdistelmäpesun valintaa on vaikea ymmärtää ilman koulutusta	Pohditaan täytyykö käyttäjän tietää eri pesutapojen valinta pelkästään käyttöliittymän vihjeiden perusteella.	C: Huomioitava

## Liite – 9 Painikegrafiikan lopullinen ulkoasu.


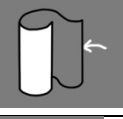


Painike	Merkitys
	Asettaa käsillä olevan toiminnon OFF-tilaan. Kuvassa aktiivinen painike. Ero passiiviseen painikkeeseen syntyy varjostuksesta. Varjostuksesta tulee käydä selväksi, että painike on pohjassa. Tässä versiossa ero ei ole vielä tarpeeksi selvä.
	Asettaa käsillä olevan toiminnon ON-tilaan. Kuvassa passiivinen painike.
	Ajaa tölkkikoneen tuottamat tölkit täyttökoneen makasiiniin. Ikoni kuvaa kuusilinjaista makasiinia tölkkeineen.
	Ajaa Tölkkikoneen tuottamat tölkit hylkyyn.



Huom! Kaikista painikkeista tarvitaan aktiivinen sekä passiivinen versio joiden ero tulee ilmentää graafisesti yksiselitteisesti. Painikkeiden suuri koko havaittiin positiiviseksi tekijäksi käytön kannalta. Suurella näytöllä on paljon tilaa, joten suuria näppäimiä on mahdollista käyttää. Tämän on perusteltua Fittsin lain mukaan: suurempi kohdealue nopeuttaa painikkeen käyttämistä ja tekee käytöstä tarkempaa.

## Liite 10 – tarkistuslistan toimintalogiikka ja symbolit

	Ovet lukittu.
	Ovet lukitsematta.
	Vaatus täyttyy. Esimerkiksi pesukeskus on valmiina pesuun.
	Vaatus ei täyty. Esimerkiksi pesua aloittaessa saumausasema on koneessa sisällä.
	Tuotteen määrä tankissa / tölkkimateriaalin määrä on riittävä. Prosenttimäärä ilmaisee jäljellä olevan tuotteen tai materiaalin määrän.
	Tuote tankissa / tölkkimateriaali on lähes lopussa. Ikoni vilkkuu vihreänä ja keltaisena käyttäjän huomion herättämiseksi. Kun materiaali loppuu, ikoni vaihtuu muotoon vaatimus ei täyty.
	Jäljellä oleva steriili aika. Muuttuu keltaiseksi kun käyttöaika on jäljellä noin tunti. Muuttuu punaiseksi vaatimus ei täyty ilmaisimeksi kun steriili aika on lopussa.

## Liite 11 – lämmittimiä kuvaavat symbolit

	Tökin sisäsauman lämmitys
	Tökin ulkosauman lämmitys
	Tuurnan jäähditys
	Pohjan ensimmäinen lämmitysaseman lämmitys

	Pohjan toisen lämmitysaseman lämmitys
	Pohjan kolmannen lämmitysaseman lämmitys